



T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
KİMYA ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ “REZONANS”,
“TAUTOMERİ” VE “HİPERKONJUGASYON”
KONUSUNDAKİ SINIFLANDIRMALARININ KART
SIRALAMA TEKNİĞİ İLE İNCELENMESİ**

TARIK OTMAN

İzmir
2023

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

KİMYA ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ “REZONANS”,
“TAUTOMERİ” VE “HİPERKONJUGASYON”
KONUSUNDAKİ SINIFLANDIRMALARININ KART
SIRALAMA TEKNİĞİ İLE İNCELENMESİ**

Tarık OTMAN

DANIŞMAN

Prof. Dr. Gülten ŞENDUR

İzmir

2023

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Kimya Öğretmen Adaylarının “Rezonans” , “Tautomeri” ve Hiperkonjugasyon” Konusundaki Sınıflandırmalarının Kart Sıralama Tekniği ile İncelenmesi” adlı çalışmanın içerdiği fikri izinsiz başka bir yerden almadığımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında ve bölümlerinin yazımında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, ayrıca bu çalışmanın Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve *intihal içermediğini* beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduğumu bildiririm.

20/07/2023

Tarik OTMAN

Tarih: 02/08/2023

Tez Başlığı:

**Kimya Öğretmen Adaylarının “Rezonans”, “Tautomeri” ve “Hiperkonjugasyon”
Konusundaki Sınıflandırmalarının Kart Sıralama Tekniği ile İncelenmesi**

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam **144** sayfalık kısmına ilişkin, 02/08/2023 tarihinde **tez danışmanım tarafından** Dokuz Eylül Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı'nın sağladığı İntihal Tespit Programından (**Turnitin-Tez İntihal Analiz Programı**) aşağıda belirtilen **filtreleme tiplerinden biri** (uygun olanı işaretleyiniz) uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin **benzerlik oranı % 8_dur**.

- <http://www.kutuphane.deu.edu.tr/tr/turnitin-tez-intihal-analiz-programi/> adresindeki Tez İntihal Analiz Programı

Kullanım Kılavuzunu okudum ☒

Filtreleme Tipi 1(Maksimum %15) ☒

Filtreleme Tipi 2(Maksimum %30) ☐

☒ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, ☒ Kaynakça hariç, ☒ Alıntılar dâhil, ☒ Altı (6) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.	☐ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, ☐ Kaynakça dâhil, ☐ Alıntılar dâhil.
EK 1- İntihal Tespit Programı Raporu İLK SAYFA Çıktısı. ☒	
EK 2- İntihal Tespit Programı Raporu (Tümü) Cd İçinde. ☒	

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve yukarıda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Adı Soyadı : Tarık OTMAN

Öğrenci No : 20200000000000000000

Anabilim Dalı : Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi

Programı : Kimya Öğretmenliği

Statüsü : Yüksek Lisans ☒

Doktora ☐

ÖĞRENCİ

DANIŞMAN

Tarık OTMAN

Prof. Dr. Gülten ŞENDUR

02/08/2023

02/08/2023

TEŞEKKÜR

Akademik hayatım boyunca bilimsel ve manevi anlamda yanımda olan, değerli Prof. Dr. Gülten ŞENDUR hocama sonsuz teşekkür ederim.

Beni bu günlere kadar getiren, hep yanımda olan ve sonsuz desteğini hissettiğim canım annem Nuray BALCI'ya ve ikinci annem olan canım ablam Tuğçe OTMAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Desteğini hiç esirmeyen değerli arkadaşım Furkan KAFADAR'a teşekkür ederim.

Tarık OTMAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	x
ABSTRACT	xii
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Amaç ve Önem	2
1.3. Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri.....	4
1.4. Sınırlılıklar	4
1.5. Varsayımlar.....	4
1.6. Tanımlar.....	4
BÖLÜM II.....	6
KURAMSAL ÇERÇEVE / KAVRAMSAL ÇERÇEVE / İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	6
2.1. Kavramsal Çerçeve	6
2.1.1. Bilgiyi İşleme Kuramı.....	6
2.1.2. Bellek Türleri	8
2.1.3. Anlamlı Öğrenme Kuramı.....	9
2.1.4. Sıralama Kart Görevi	11
2.1.5. İlgili Araştırmalar	12
BÖLÜM III	16
YÖNTEM.....	16
3.1. Araştırmanın Modeli / Deseni	16
3.2. Evren / Örneklem	16
3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları	17
3.3.1. Sıralama Kartları	17

3.3.2. Sesli Düşünme Tekniği	24
3.4. Uygulama Süreci	24
3.5. Verilerin Analizi.....	26
3.5.1 Sıralama Kartlarının Veri Analizi	26
3.5.1.1 Birinci Soru Tipindeki Rezonans Kısımına Ait Verilerin Analizi	26
3.5.1.2 Birinci Soru Tipindeki Tautomeri Kısımına Ait Verilerin Analizi	28
3.5.1.3 Birinci Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Kısımına Ait Verilerin Analizi	29
3.5.1.4 İkinci Soru Tipindeki Rezonans Kısımına Ait Verilerin Analizi	31
3.5.1.5 İkinci Soru Tipindeki Tautomeri Kısımına Ait Verilerin Analizi.....	33
3.5.1.6 İkinci Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Kısımına Ait Verilerin Analizi	35
3.5.1.7 Üçüncü Soru Tipindeki Rezonans Sınır Formüllerinden Yapıya Katkısı Büyük Olanın Belirlenmesine Ait Verilerin Analizi.....	37
3.5.2 Sesli Görüşme Tekniğinin Veri Analizi	37
3.6. Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği.....	38
3.7. Araştırmacının Rolü	38
BÖLÜM IV	39
BULGULAR	39
BÖLÜM V	115
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	115
5.1. Tartışma ve Sonuç.....	115
5.2. Öneriler	121
KAYNAKÇA.....	123
EKLER.....	127
EK 1A. Etik Kurul Onay Formu	127

EK 1B. Etik Kurulu Kararı.....	128
EK 2. Bilgilendirilmiş Onay Formu.....	129
EK 3. Sesli Görüşme Protokolü	130
EK 4. Öğrencinin Akademik Özgeçmişi.....	131



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: <i>1.Soru Tipindeki Rezonans Sıralama Kartlarının İçeriği</i>	18
Tablo 2: <i>1.Soru Tipindeki Tautomeri Sıralama Kartlarının İçeriği</i>	19
Tablo 3: <i>1.Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Sıralama Kartlarının İçeriği</i>	20
Tablo 4: <i>2. Soru Tipindeki Rezonans Sıralama Kartlarının İçeriği</i>	21
Tablo 5: <i>2. Soru Tipindeki Tautomeri Sıralama Kartlarının İçeriği</i>	21
Tablo 6: <i>2. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Sıralama Kartlarının İçeriği</i>	22
Tablo 7: <i>3. Soru Tipinde Rezonans Sınır Formüllerinde Yapıya Katkıya En Büyük Olanın Belirtilmesi İstenilen Kartlarının İçeriği</i>	23
Tablo 8: <i>1. Soru Tipinde Rezonans ile İlgili Sıralama Kartlarının Kategori Analizi</i>	26
Tablo 9: <i>1. Soru Tipindeki Tautomeri ile İlgili Sıralama Kartlarının Kategori Analizi</i>	28
Tablo 10: <i>1. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon ile İlgili Sıralama Kartlarının Kategori Analizi</i>	30
Tablo 11: <i>2. Soru Tipindeki Rezonans ile İlgili Sıralama Kartlarının 1. Kısım Kategori Analizi</i>	31
Tablo 12: <i>2. Soru Tipindeki Rezonans ile İlgili Sıralama Kartlarının 2. Kısım Kategori Analizi</i>	32
Tablo 13: <i>2. Soru Tipindeki Tautomeri ile İlgili Sıralama Kartlarının 1. Kısım Kategori Analizi</i>	33
Tablo 14: <i>2. Soru Tipindeki Tautomeri ile İlgili Sıralama Kartlarının 2. Kısım Kategori Analizi</i>	34
Tablo 15: <i>2. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon ile İlgili Sıralama Kartlarının 1. Kısım Kategori Analizi</i>	35
Tablo 16: <i>2.Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon ile İlgili Sıralama Kartlarının 2. Kısım Kategori Analizi</i>	36
Tablo 17: <i>3. Soru Tipindeki Rezonans Sınır Formüllerinden Yapıya Katkısı Büyük Olanın Belirlenmesinin Kategori Analizi</i>	37
Tablo 18: <i>1. Soru Tipindeki Rezonans Sıralama Kartlarının Betimsel Analizi</i>	39
Tablo 19: <i>Tablo 18'in Devamı</i>	39

Tablo 20: 1. Soru Tipindeki Rezonans Kavramına İlişkin Verilen Doğru Cevaplar ve Dikkate Alınan Özellikler	44
Tablo 21: 1. Soru Tipindeki Rezonans Kavramına İlişkin Verilen Kısmen Doğru Cevaplardaki Dikkate Alınan Özellikler	46
Tablo 22: 1. Soru Tipindeki Tautomeri Sıralama Kartlarının Betimsel Analizi	47
Tablo 23: Tablo 22'in Devamı	47
Tablo 24: 1. Soru Tipindeki Tautomeri Kavramına İlişkin Verilen Doğru Cevaplar ve Dikkate Alınan Özellikler	52
Tablo 25: 1. Soru Tipindeki Tautomeri Kavramına İlişkin Verilen Kısmen Doğru Cevaplardaki Dikkate Alınan Özellikler	54
Tablo 26: 1. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Sıralama Kartlarının Betimsel Analizi	55
Tablo 27: Tablo 26'in Devamı	55
Tablo 28: 1. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Kavramına İlişkin Doğru Cevapları ve Dikkate Alınan Özellikler	58
Tablo 29: 1. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Kavramına İlişkin Verilen Kısmen Doğru Cevaplardaki Dikkate Alınan Özellikler	59
Tablo 30: 2. Soru Tipindeki Rezonans Sıralama Kartlarının Betimsel Analizi	60
Tablo 31: 2. Soru Tipindeki Rezonans Kavramına İlişkin Verilen Doğru Cevaplar ve Dikkate Alınan Özellikler	63
Tablo 32: 2. Soru Tipindeki Rezonans Kavramına İlişkin Verilen Kısmen Doğru Cevaplardaki Dikkate Alınan Özellikler	64
Tablo 33: 2. Soru Tipindeki Rezonans İlişkin Moleküllerdeki Ok Gösterimi ile İlgili Betimsel Analizi	65
Tablo 34: Tablo 33'in devamı	65
Tablo 35: Rezonans Sınır Formüllerindeki Okların Doğru Gösteriminde Dikkate Alınan Özellikler	68
Tablo 36: Rezonans Sınır Formülünde Okların Gösterimde Kısmen Doğru Yapan Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler	69
Tablo 37: 2. Soru Tipindeki Tautomeri Sıralama Kartlarının Betimsel Analizi	69
Tablo 38: 2. Soru Tipindeki Tautomeri Kavramına İlişkin Verilen Doğru Cevaplar ve Dikkate Alınan Özellikler	72

Tablo 39: 2. Soru Tipindeki Tautomeri Kavramına İlişkin Verilen Kısmen Doğru Cevaplardaki Dikkate Alınan Özellikler	73
Tablo 40: 2. Soru Tipindeki Tautomeri Moleküllerinin Ok Gösterimine İlişkin Betimsel Analizi.....	73
Tablo 41: Tablo: 40'ın devamı	74
Tablo 42: Tautomeri Moleküllerinin Arasındaki Doğru Ok Gösteriminde Dikkate Alınan Özellikler	76
Tablo 43: Tautomeri Moleküllerinin Arasındaki Ok Gösterimde Kısmen Doğru Yapan Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler.....	77
Tablo 44: 2. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Sıralama Kartlarının Betimsel Analizi	78
Tablo 45: 2. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Kavramına ilişkin Doğru Cevaplar ve Dikkate Aldığı Özellikler.....	80
Tablo 46: 2. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Kavramına İlişkin Verilen Kısmen Doğru Cevaplardaki Dikkate Alınan Özellikler.....	81
Tablo 47: 2. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Moleküllerindeki Ok Gösterimi ile İlgili Betimsel Analizi	81
Tablo 48: Hiperkonjugasyon Molekülleri Arasındaki Doğru Ok Gösteriminde Dikkate Alınan Özellikler	84
Tablo 49: Hiperkonjugasyon Molekülleri Arasındaki Kısmen Doğru Ok Gösteriminde Dikkate Alınan Özellikler	85
Tablo 50: 1. Soru Tipindeki Rezonans ile İlgili Sorularda Saptanan Öğrenme Zorlukları	86
Tablo 51: 1. Soru Tipindeki Tautomeri ile İlgili Sorularda Saptanan Öğrenme Zorlukları	87
Tablo 52: 1. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon ile İlgili Sorularda Saptanan Öğrenme Zorlukları	89
Tablo 53: 2. Soru Tipindeki Rezonans ile İlgili Sorularda Saptanan Öğrenme Zorlukları	90
Tablo 54: 2. Soru Tipindeki Tautomeri ile İlgili Sorularda Saptanan Öğrenme Zorlukları	91

Tablo 55: 2. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon ile İlgili Sorularda Saptanan Öğrenme Zorlukları	92
Tablo 56: 1. Soru Tipindeki Rezonans Sınır Formüllerini Oluşturmadaki Öğrenme Zorlukları	93
Tablo 57: 1. Soru Tipindeki Tautomeri Molekülerini Oluşturmadaki Öğrenme Zorlukları	96
Tablo 58: 1. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Moleküllerini Oluşturmadaki Öğrenme Zorlukları	98
Tablo 59: Öğretmen Adaylarının 2. Soru Tipinde Rezonans Sınır Formüllerindeki Ok Kullanımındaki Hatalar	100
Tablo 60: Öğretmen Adaylarının 2. Soru Tipinde Tautomeri Moleküllerindeki Ok Kullanımındaki Hataları	102
Tablo 61: Öğretmen Adaylarının 2. Soru Tipinde Hiperkonjugasyon Moleküllerindeki Ok Kullanımındaki Hataları	104
Tablo 62: 3.Kategorideki Rezonans Yapıya Katkısı Büyük Olan Molekülün Belirlenmesine Ait Betimsel Analiz	106

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Bilgiyi İşleme Modeli (Senemoğlu, 2003)	7
Şekil 2: ÖA-1 Örneği	100
Şekil 3: ÖA-12 Örneği	102
Şekil 4: ÖA-11 Örneği	103
Şekil 5:ÖA-5 Örneği	104
Şekil 6: ÖA-18 Örneği	105
Şekil 7: ÖA-13 Örneği	105



ÖZET

KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ “REZONANS”, “TAUTOMERİ” VE “HİPERKONJUGASYON” KONUSUNDAKİ SINIFLANDIRMALARININ KART SIRALAMA TEKNİĞİ İLE İNCELENMESİ

Kimya öğretmen adaylarının organik kimya derslerinde anlamakta zorlandıkları konularının başında rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konuları gelmektedir. Bu açıdan organik kimyadaki bu üç temel kavramın anlamlı bir şekilde yapılandırılması, organik kimyadaki pek çok tepkime ve mekanizmanın da ezberlenmesi yerine anlamlı öğrenilmesine katkı sağlayacaktır. Bu nedenle bu kavramların özellikle kimya öğretmen adayları tarafından nasıl sınıflandırıldığı, bu süreçte hangi özelliklerin dikkate alındığının ve ne tür öğrenme zorluklarının olduğunun belirlenmesi organik kimya derslerinde anlamlı öğrenme ortamlarının oluşturulması için önem taşımaktadır. Bu çalışma ile Ege bölgesindeki bir Eğitim Fakültesinin Kimya Öğretmenliği Lisans programında eğitiminde öğrenim gören kimya öğretmen adaylarının rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularını nasıl sınıflandırdıkları ve bunları nasıl tanımladıklarının ortaya çıkartılması amaçlanmıştır.

Bu bağlamda 2021-2022 akademik yılında Ege bölgesindeki bir Eğitim Fakültesinin Kimya Öğretmenliği Lisans programında öğrenim gören ve Organik Kimya I dersini alan 20 öğretmen adayıyla bir durum çalışması yürütülmüştür. Araştırmada veri toplama aracı olarak rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon ile ilgili 3 farklı soru tipine göre hazırlanmış sıralama kartları ve sesli görüşme tekniği protokolüne göre yürütülen görüşme soruları kullanılmıştır. Araştırmada hem sıralama kartlarından hem de görüşmeden elde edilen veriler içerik ve betimsel olarak analiz edilmiştir. Sıralama kartlarından elde edilen verilerin analiz sonuçları öğretmen adaylarının rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon kavramlarını sınıflandırmada ağırlıklı olarak kısmen doğru kategorisinde yer aldıkları; bu moleküllere ait gösterimleri yaparken özellikle kıvrık oku anlamlandıramadıkları için yapıyı tam olarak çizemedikleri belirlenmiştir. Görüşmeden elde edilen bulgulardaysa öğretmen adaylarının rezonans kavramını daha çok yapı izomerisi olarak aldıkları, tautomeri kavramını rezonans ve hiperkonjugasyon olarak sınıflandırdıkları, hiperkonjugasyon kavramını ise sigma bağı elektronlarını dikkate almadan rezonans olarak kabul ettikleri belirlenmiştir. Araştırmada ortaya çıkan bir diğer önemli bulgu ise öğretmen adaylarının rezonans ile ilgili moleküllerde

rezonans oku yerine denge okunu, tautomeri de ise ürünler yönüne doğru tek yönlü oku, hiperkonjugasyonda ise rezonansta olduğu gibi denge okunu kullandıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeden elde edilen verilerde de çoğu için bu ok gösterimlerinin büyük bir anlam ifade etmediği belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen tüm bu veriler ışığında kimya eğitimcilerine ve organik kimya eğitimcilerine çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Rezonans, Proton Tautomerisi, Hiperkonjugasyon, Sıralama Kart Görevi, Öğrenme Zorluğu.



ABSTRACT

AN INVESTIGATION ON PRE-SERVICE CHEMISTRY TEACHERS' CLASSIFICATION IN THE SUBJECT OF "RESONANCE", "TAUTOMER", "HYPERCONJUGATION" BY USING CARD SORTING TECHNIQUE

Resonance, tautomerism and hyperconjugation are the main topics that pre-service chemistry teachers' have difficulty in understanding in organic chemistry courses. In this respect, meaningful structuring of these three basic concepts in organic chemistry will contribute to the meaningful learning of many reactions and mechanisms in organic chemistry instead of memorizing them. For this reason, it is important to determine how these concepts are classified, especially by pre-service chemistry teachers, what features are taken into account in this process and what kind of learning difficulties there are in order to create meaningful learning environments in organic chemistry lessons. With this study, it is aimed to reveal how pre-service chemistry teachers studying in Chemistry Teaching Program of an Education Faculty in the Aegean region classify resonance, tautomerism and hyperconjugation and how they complete them.

In this context, a case study was conducted with 20 pre-service teachers who took the Organic Chemistry I course in the Chemistry Teaching Program of an Education Faculty in the Aegean region in the 2021-2022 academic year. In the research, card sorting prepared according to 3 different question types related to resonance, tautomerism and hyperconjugation and interview questions conducted according to the think-aloud technique protocol were used as data collection tools. In the research, the data obtained from both the card sorting and the interview were analyzed as content and descriptive. The results of the analysis of the data obtained from the card sorting showed that the pre-service teachers were mostly in the partially correct category in classifying the concepts of resonance, tautomerism and hyperconjugation; It was determined that while making the representations of these molecules, they could not draw the structure precisely because they could not make sense of the curved arrow. In the findings obtained from the interview, it was determined that the pre-service teachers took the concept of resonance more as a structural isomer, classified the concept of tautomer as resonance and hyperconjugation, and accepted the concept of hyperconjugation as resonance without considering the sigma bond electrons. Another important finding that emerged in the research was that the pre-service teachers used the balance arrow instead of the resonance arrow in the

molecules related to resonance, the one-way arrow in the tautomerism towards the products, and the balance arrow in hyperconjugation as in resonance. In the data obtained from the interviews with the pre-service teachers, it was determined that these arrow indications do not mean much for most of them. In the light of all these data obtained from the research, various suggestions were made to chemistry educators as well as organic chemistry educators.

Keywords: Resonance, Proton Tautomerism, Hyperconjugation, Card Sorting Task, Learning Difficulty.



BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Kimyanın bir alt dalı olan, organik kimya herkesin hayatına derinden dokunmaktadır. Organik kimyanın temel kavramları ve ilkeleri, birçok araştırma alanı için gereklidir. Nitekim organik kimya dersleri kimya eğitimi araştırmacıları ve uygulayıcıların ilgilerinin sürekli devam ettiği ana derslerden bir tanesidir. Bu durumun temel nedenlerinden bir tanesi ise organik kimyanın geniş bir ana dala ve kariyer alanına sahip olmasıdır. İkincisi ve belki de daha önemli bir nedeni ise öğrencilerin ve öğretmenlerinin çabalarına rağmen öğrencilerin bu derslerde geçmişten günümüze zorlanmalarıdır (Şendur, 2022).

Organik kimya dersinin içeriği, öğrencilerin ilk kez karşılaşabilecekleri belirli kavram ve ilkeler ile daha önceki kimya derslerinde gördükleri kavramlardan oluşmaktadır. Özellikle organik kimya derslerinde öğrencilerin anlamlı bir öğrenme düzeyine ulaşabilmeleri için rezonans, hiperkonjugasyon, nükleofil-elektrofil, sterik etki gibi organik kimyada en çok karşılaşılan kavram ve ilkeler ile genel kimya seviyesindeki asit-baz, termodinamik kararlılık, polarite, hidrojen bağı ve elektronegatiflik gibi konularını anlamlı bir şekilde ilişkilendirme ve yorumlayabilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin organik kimyadaki zorlanmalarının bir diğer nedeni ise moleküllerdeki yapısal değişikliklerin reaksiyon türleri, mekanizmaları ve oluşan ürünleri nasıl etkileyebileceğini yorumlamayı da gerektirmesidir. Tüm bu süreç organik kimyadaki reaksiyonların doğasını anlamamanın bir yolu olarak öğrenme sürecinin hayati bir parçasıdır. Öğrencilerin organik kimyadaki reaksiyonları ezberlemeden anlamlı ve kalıcı bir şekilde içselleştirmeleri bu süreçler aracılığıyla gerçekleşir (Graulich, 2015; Şendur, 2022; Watts vd., 2020).

Organik kimyada yaşanan öğrenme zorluklarının başlıca nedenleri olarak, içeriğinde yer alan kavram, terim ve isimlendirmelerin diğer konularından farklılık göstermesi, organik kimya konularının aşamalı bir yapıya sahip olması, içeriğindeki moleküllerin farklı yapısal özelliklerde olması, organik moleküllerin özelliklerine bağlı olarak kimyasal etkinliklerin değişmesi, içeriğindeki moleküllerin üç boyutlu modelleriyle incelenmesi, sembolik gösterimlere sıklıkla başvurulması ve gösterimlerin anlamlarının tam olarak anlaşılamaması şeklinde belirtilmektedir (De Arellano ve Towns, 2014; Ferguson ve Bodner, 2008; Grove vd., 2012).

Organik kimyanın içeriği nedeniyle zor ve karmaşık oluşu, öğrencilerin konunun temel mantığını öğrenmek yerine ezberlemeye yönelmekte ve bu durum öğrencilerin birbirinden kopuk bilgi karmaşası yaşamasına neden olmaktadır.

Organik kimyanın içeriği incelendiğinde özellikle rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon gibi bu derse özđü olan bu kavramların tepkime türleri ve mekanizmaları gibi temel konularla birebir ilişkili olduğu görölmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin bu kavramlara ilişkin derin bir anlama düzeyine sahip olmaları, yorumlayabilmeleri ve molekül gösterimlerini doğru bir şekilde yapabilmeleri son derece önemlidir. Aynı zamanda öğrencilerin bu kavramları birbirinden nasıl ayırt ettikleri, bu ayrımları hangi özelliklere göre yaptıkları ve sembolik gösterimlerini ne doğrultuda yaptıklarının belirlenmesinin önemli bir ihtiyaç olduğu görölmektedir.

1.2. Amaç ve Önem

Organik kimya içeriğinde birbiriyle ilişkili pek çok alt bölüm vardır. Bu bölümlerden bir tanesi organik kimyadaki temel kavramlar olup hibritleşmeden, indüktif etkiden, mezomerik etkiye, rezonansa, tautomeri ve hiperkonjugasyona kadar pek çok kavram bu kapsamda yer almaktadır.

Rezonans, lisans öğrencilerinin öncelikle genel kimya dersleri içeriğinde karşılaştıkları, bazı moleküllerin Lewis yapıları ile gösteriminin mümkün olmadığı durumlarda, doğru gösterimin nasıl yapılacağının ele alındığı temel bir konudur (Kim vd., 2019). Bununla birlikte, rezonans konusunun en ağırlıklı olduğu ders organik kimya dersleridir. Bunun başlıca nedeni ise moleküllerin reaktivitesinden, yapılarına, fiziksel özelliklerinden, tepkime mekanizmalarına, aromatiklikten, ürünlerin yüzdeleri ve spektroskopiye kadar oldukça geniş kapsamda pek çok konunun rezonans ile ilişkili olması gösterilebilir. Bu durum, rezonansın organik kimya içinde önemli ve temel konuların başında gelmesini sağlamaktadır. Buna karşın, rezonans konusu, lisans öğrencilerinin organik kimya derslerinde algılamakta zorlandıkları konuların başında da gelmektedir (Betancourt-Perez vd., 2010; Duis, 2011). Özellikle bu kapsamda yürütölen araştırmalar “rezonans kavramı” ve “rezonans yapıların oluşturulması” başlıklarında öğrencilerin öğrenme zorluklarının olduğunu ortaya koymaktadır. Tıpkı rezonans gibi tautomeri ve hiperkonjugasyon kavramları da organik kimyada yapı ve tepkimeye girme kabiliyeti tartışıldığı zaman sık sık kullanılan önemli araçlar olarak göze çarpmaktadır (Solomons ve Fryhle, 2002).

Benzer bir şekilde tautomeri konusunda özellikle enol-keto gibi kararlı yapıların belirlenmesinde anahtar rol görevi görmektedir. Bir diğer önemli kavram olan hiperkonjugasyon kavramı ise özellikle süstitüze alkenlerin kararlılıklarının kıyaslanmasında ve buna bağlı olarak tepkimelerde kararlı ürünlerin belirlenmesinde yol gösterici olmaktadır. Bu açıdan organik kimyadaki bu temel üç kavramın anlamlı bir şekilde yapılandırılması organik kimyadaki pek çok tepkime ve mekanizmanın da ezberlenmesi yerine anlamlı öğrenilmesine yardımcı olacaktır. Bu nedenle bu konularda özellikle öğretmen adaylarının ne tür öğrenme zorlukları yaşadıklarının belirlenmesinin, bu kavramların öğrenilmesinde uygun öğrenme ortamlarının oluşturmaya da katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Nitekim, alan yazındaki pek çok araştırma da öğrencilerin bu konularda yüzeysel anlamalara sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır (Bodé vd., 2019; Caspari vd., 2018; Popova ve Bretz, 2018).

Bu açıdan, özellikle kimya öğretmen adaylarının rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularını nasıl organize ederek sınıflandırdıkları, bu sınıflandırmayı yaparken hangi özellikleri dikkate aldıkları ve aynı zamanda moleküllerin nasıl oluşturduklarının belirlenmesi önem taşımaktadır. Alan yazındaki çalışmalara bakıldığında ise rezonans konusuyla ilgili sınırlı sayıda çalışma olsa da (Carle ve Flynn, 2020; Kim vd., 2019; Taber, 2002; Winter, 2016; Xue ve Stains, 2020) hiperkonjugasyon ve tautomeri ile ilgili öğretmen adayları üzerinde yürütülmüş çalışmalara rastlanılamamıştır. Nitekim Graulich, (2015) kimya eğitiminde yürütülen araştırmaların rezonans, aromatiklik ve hiperkonjugasyon gibi daha çok alana özgü kavramlar üzerinde yürütülmesi gerektiğini belirtmiştir.

Bu açıdan yürütülmüş bu araştırmanın alan yazındaki önemli bir boşluğu dolduracağına inanılmaktadır. Ayrıca çalışmadan elde edilen veriler, öğretmen adaylarının sınıflandırma konularını ve nasıl tamamladıkları konusunda sahip oldukları öğrenme zorluklarını da ortaya koyabileceğinden, organik kimyada bu konular işlenirken nasıl bir öğrenme ortamı oluşturulması gerektiğine de yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Bu nedenle bu çalışma ile Ege bölgesindeki bir Eğitim Fakültesinin Kimya Öğretmenliği Lisans programında öğrenim gören Kimya öğretmen adaylarının rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularını nasıl sınıflandırdıkları ve bunları nasıl tamamladıklarının ortaya çıkartılması amaçlanmıştır.

1.3. Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri

Belirtilen amaç çerçevesinde “Kimya öğretmen adayları rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon kavramlarını nasıl sınıflandırma yapmaktadır?” şeklindeki genel araştırma sorusuna cevap aranmıştır. Araştırmanın alt problemleri şunlardır:

1. Kimya öğretmen adayları rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon kavramlarını birbirinden ayırt edebilmekte midir?
2. Kimya öğretmen adayları rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon kavramlarını hangi özelliklerine göre sınıflandırmaktadır?
3. Kimya öğretmen adayları rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularında moleküllerin yapı formüllerini nasıl oluşturmaktadır? ve sembolik gösterimlerin oklarını nasıl açıklamaktadır?
4. Kimya öğretmen adayları rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularını tanımlamada ne tür öğrenme zorluklarına sahiptir?
5. Kimya öğretmen adayları rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularında moleküllerin yapı formüllerini oluştururken ne tür öğrenme zorluklarına sahiptir.?
6. Kimya öğretmen adayları rezonansa katkı yapan türleri neye göre belirlemektedir?

1.4. Sınırlılıklar

- Araştırma rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konuları ile sınırlıdır.
- Araştırma Ege bölgesinde bir eğitim fakültesinde okuyan kimya öğretmen adayları ile sınırlıdır.
- Araştırma 2021-2022 güz dönemi ile sınırlıdır.
- Araştırma Organik Kimya I dersini alan 20 kimya öğretmeni ile sınırlıdır.

1.5. Varsayımlar

Araştırma kapsamında;

- Kimya öğretmen adaylarının verilen sıralama kartlarına sahip oldukları bilgileri doğrultusunda,
- Kimya öğretmen adaylarının sıralama kartlarında düşünce ve görüşlerini ciddi bir şekilde cevaplayacağı varsayılmıştır.

1.6. Tanımlar

Rezonans: bir molekül ya da iyonun sadece elektronlarının yerlerinin farklı olması yani iki ya da daha fazla Lewis yapısıyla gösterilen melez yapılardır (Solomons ve Fryhle, 2002).

Proton tautomeri: Protonun bağlı bulunduğu atomdan ayrılarak, aynı molekül içindeki başka bir atomun üzerine kolayca ve hızlıca yer değiştirme olayıdır (Solomons ve Fryhle, 2002).

Hiperkonjugasyon: C-H bağlarının, çoklu bir bağa komşu olduklarındaki sigma bağlarının delokalizasyon olayıdır (Solomons ve Fryhle, 2002).

Sıralama kartları: Öğrenme sürecindeki bireylerin bilgiyi nasıl ilişkilendirdiklerini belirlenmesi amacıyla çeşitli kartlar üzerinde sınıflandırma yapımlarına olanak tanıyan bir veri toplama aracıdır (Galloway vd., 2019).



BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE / KAVRAMSAL ÇERÇEVE / İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kavramsal Çerçeve

Bu bölümde alan yazındaki çalışmalar doğrultusunda bilgiyi işleme kuramı, anlamlı öğrenme kuramı ve sıralama kart görevine yer verilmiştir.

2.1.1. Bilgiyi İşleme Kuramı

Bilişsel öğrenme kuramları, insanın dünyayı anlamada kullandığı zihinsel süreçleri inceleyen kuramlardandır. Bu zihinsel süreçler, insanın kafasındaki karışık problemleri farklı yollardan çözmek için çeşitli durumlarda kullanılmaktadır. Bilişsel açıdan bakıldığında öğrenme; bireylerin zihinde gerçekleşen değişim olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu zihinsel değişim, bireyin davranışlarında değişime neden olmakta ya da yeni davranışlar kazanmasını sağlamaktadır (Senemoğlu, 2003).

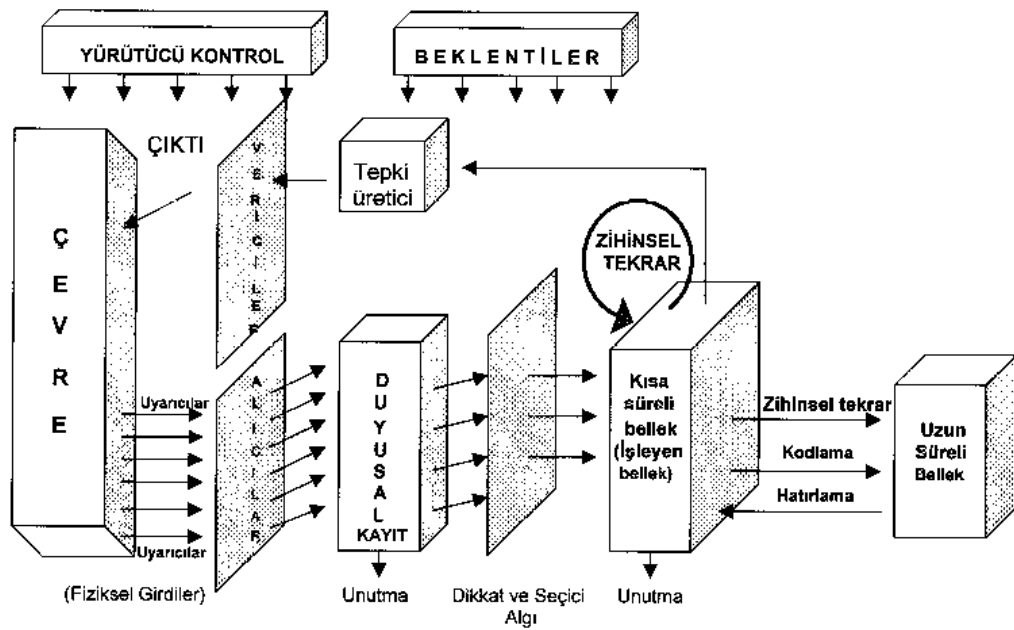
Bilişsel kuramcılar, gözlemlenebilen davranışlara ek olarak bireyin kafasında olup biten süreçleri, bu süreçlerin özelliklerini ve işlevlerini ortaya koymaya çalışmaktadır. Öğrenmeyi bilişsel açıdan inceleyen kuramlardan bir tanesi de bilgiyi işleme kuramıdır.

Öğrenmeyi bilişsel açıdan inceleyen kuramlardan biri olan bilgiyi işleme kuramı, insan öğrenmesinde öğrenme sürecini bilgisayara benzetmektedir. İnsan zihni bilgiyi alır, işler, biçim ve içeriğini değiştirir, depolar, gerektiği zaman geri getirir ve tepkiler üretir. Tüm süreç bilgisayarda “program” bireylerde ise “yürütücü kontrol” tarafından denetlenmektedir (Ulusoy, 2012).

Bilgisayar, yapılması çok güç durumlarda üstün performans gösterir ve karmaşık problemleri büyük bir hızla çözer. Ancak insanın zihinsel yetenekleri bilgisayardan çok daha yetkindir. Örneğin; küçük bir çocuk, karşısındaki insanın duygularını anlayabilir ya da bir yetişkin daha önce hiç karşılaşmadığı bir problemi çözebilir. Bilgisayarların yetkin bellekleri ve büyük hızları olmasına karşın, insan zihninin bilgiyi anlama ve işleme yeteneğine ulaşması olası görünmemektedir (Senemoğlu, 2003).

Bilgiyi işleme kuramı temel olarak şu dört soruyu cevaplamaya çalışmaktadır. 1- Yeni bilgi dışardan nasıl alınmaktadır? 2- Alınan yeni bilgi nasıl işlenmektedir? 3- Bilgi uzun süreli olarak nasıl depolanmaktadır? 4- Depolanan bilgi nasıl geriye getirilip hatırlanmaktadır (Senemoğlu, 2003; 270)?

Bilgiyi işleme süreci doğrudan gözlenemediği için, bu süreci somutlaştırmak ve daha iyi anlamlandırabilmek için bir model geliştirilmiştir. Geliştirilen bu model bilgiyi işleme modeli iki temel ögeye sahiptir. Birisi, üç tür bellekten oluşan bilgi depolarıdır. İkincisi ise, bilginin bir depodan diğerine aktarmasını sağlayan içsel, bilişsel etkinlikleri kapsayan bilişsel süreçlerdir (Senemoğlu, 2003).



Şekil 1: Bilgiyi İşleme Modeli (Senemoğlu, 2003)

Çevresindeki olaylar bireyin sahip olduğu öğrenme sürecini büyük ölçüde etkiler. Çevrenin etkisindeki uyarıcılar bilgiyi depolanan yerden geri getirme ya da hatırlamaya yardım edebileceği gibi, bireyin öğrenme sürecinde kafa karışıklığı gibi etkiler yaratarak bilgiyi işleme sürecinde olumsuz etkiler de oluşturabilir.

2.1.2. Bellek Türleri

Duyusal Kayıt: Yaşadığımız çevremizde sürekli uyarıcılar altındayız. İnsanların konuşmaları, araba kornası, kitap sesi, sınıftaki öğretmenin sesi ve sınıftaki tahta sesi vb. bunların hepsi birer uyarıcı olup bilgiyi işleme bu uyarıcıların alınmasıyla başlar. Çevremizden gelen bu uyarıcıların duyu organlarımızla etkilemişiyle duyusal kayıt başlar. Buradaki bilgi, orijinal uyarıcıyı temsil eden bir yapıdadır. Uyarıcının tam olarak aynısıdır (Ulusoy, 2012).

Duyusal kayıtın kapasitesi sınırsızdır. Duyu organlarının ulaşabildiği bütün uyarıları alabilir ve kısa bir sürede depolayabilirler. Bununla birlikte gelen bilgi anında işlenmezse, çok hızlı bir şekilde kaybolur. Sadece dikkat edilen sınırlı sayıdaki bilgi kısa süreli belleğe aktarılabilir. Duyusal bilgiyi ne kadar süre tutabildiğine ilişkin kesin tarif etmesi oldukça zordur. Bilginin duyusal kayıttan kısa süreli belleğe geçişinde dikkat ve algı süreçleri bulunmaktadır (Ulusoy, 2012).

Kısa Süreli Bellek/ İşleyen Bellek: Duyusal kayıttan gelen bilgiyi kısa süreli depolama görevinin yapıldığı yerdir. Bu belleğe gelen bilgi tam anlamıyla aynısı değildir. Kısa süreli bellekte bilginin farkına varılır ve bilgi anlamlı hale getirilmeye çalışılır. Duyusal belleğin tersine, kısa süreli bellek sınırlı miktarda bilgiyi alma kapasitesine sahiptir. Bu kapasitenin 7 ± 2 birim olduğu kabul edilmektedir. Bir işleme tabi tutulmadan, bilginin kısa süreli bellekte tutulma süresi yaklaşık olarak 15-20 saniyedir (Ulusoy, 2012).

Bu süre içerisinde bilgi işlenerek uzun süreli belleğe gönderilemezse unutulur ve unutilan bilgi geri getirilemez. Bilgiyi duyusal bellekten alındığı şekliyle aynen ezberleme veya uzun süreli bellekteki ilişkili bilgi ile bütünleştirerek depolama anlamlandırmadır. Ezberleme yoluyla öğrenmede kullanılan temel bilişsel süreç tekrardır. Anlamlandırma uzun süreli bellekteki bilginin, yeni gelen bilgi ile kısa süreli bellekle ilişkilendirmesi yoluyla yani bilgiye anlam verilerek gerçekleştirilir (Ulusoy, 2012).

Uzun Süreli Bellek: İyi öğrendiğimiz bilgiyi sürekli olarak depoladığımız bellek türüdür. Uzun süreli bellek, sürekli bellek deposu olarak kabul edilir. Kısa süreli bellekte işlenmiş olan bilgi uzun süreli belleğe gönderilerek depolanır. Bir bilginin öğrenilmiş kabul edilmesi için mutlaka uzun süreli bellekte depolanmış olması gerekir (Ulusoy, 2012).

Belleğin kapasitesinin sınırsız olduğu belirtilmektedir. Öğrenme bir kez gerçekleştiğinde ebediyen saklandığına ilişkin kanıtlar mevcuttur. Bilgilerin depolandığı bir kütüphane gibi düşünülebilir. Ancak bilginin hatırlanması büyük oranda materyalin uygun bir şekilde kodlanarak, uygun yere yerleştirilmesine bağlıdır.

Uzun Süreli Belleğin Bölümleri:

1. **Anısal Bellek:** Kişisel yaşantılarımızın depolandığı bölmedir.
2. **Anlamsal Bellek:** Konu alanlarının kavramları, olguları, genellemeleri, kuralları depolanır.
3. **İşlemsel Bellek:** Herhangi bir şeyin nasıl yapılacağı ile ilgili bilgilerin, işlemlerin depolandığı bellektir (Ulusoy, 2012).

2.1.3. Anlamli Öğrenme Kuramı

D. Ausubel tarafından geliştirilen anlamli öğrenme modeline göre, öğrenmeyi etkileyen en önemli faktör öğrencinin önceden öğrendikleridir. Öğrencinin önceki bilgileri ortaya çıkarılıp ona uygun öğretim planlanmalıdır. Öğrenciye öğretilecek yeni bilgi ile bilişsel yapıda varolan bilgiler arasında bir ilişki varsa öğrenme anlamlidir. Anlamli öğrenmenin tam anlamli olabilmesi için fikirler, olaylar, kavramlar ve nesneler arasındaki ilişkinin bir ürünü olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğrenci eğer bu ilişkinin farkında değilse, öğrendiklerini zihnindeki eski bilgilerle bağ kuramadığı bu nedenle de anlamli öğrenmenin gerçekleşemediğini göstermektedir.

Öğrenci öğrenmeye niyetli olmalıdır. Çünkü öğrenci ezberlemek yerine öğrenmeyi bilişsel yapısıyla bütünleştirerek öğrenme gerçekleşmelidir. Öğrenci için anlamli gelen, ilgisini çeken veya kendine yakın bulduğu konulara eğilimlidir. Bu eğilim doğrultusunda yeni bilgiye karşı istekli bir şekilde öğrenmeyi gerçekleştirebilir. Anlamli öğrenme kuramının temeli öğrencinin önceden edindiği bilgi ve birikime dayanmaktadır. Öğrencinin zihninde var olan yaşantıların ve deneyimlerin sonucunda elde edilen herhangi bir kavram veya bilgilerin anlamli öğrenilmesinde rol oynamaktadır. Anlamli öğrenmenin önemli bir tarafı ise önceden öğrenilen bilgilerin doğru ve tam anlamli olarak öğrenilmiş olmasıdır. Çünkü yanlış veya eksik bilgiler üzerine anlamli öğrenme kurulamaz. Öğrencinin önceden öğrendikleri yanlış ise varolan bilgiyi yeni bilgi ile bütünleştiremez, öğrenci zihninde anlamayı sağlayacak bağlantıyı kuramaz. Sonuç olarak yeni bilgi öğrenilemeyecektir (Ausubel, 1963).

Anlamli öğrenme sınıfta yapılan öğrenmelerin en sık rastlanan şeklidir. Çünkü öğretmen konunun en önemsiz yerlerini veya karmaşık noktalarını ayırarak net bir şekilde açıklar. Hazırlanan bu yeni bilgiler de öğrenci zihninde düzenli bir şekilde yerleşirse uzun süre saklanabilir. Öğrencilere bilgi, düzenli bir biçimde ve anlamli bir bağlamda sunulduğunda öğrenir ve hatırlarlar. Bilgi onu oluşturan öğelerin birbirine mantıklı bir şekilde bağlanması yoluyla düzenlenmektedir.

Ausubel (1963), ezbere öğrenme ile anlamlı öğrenme arasında bir ayrım yapmıştır. Öğrencilerin varolan bilgi, deneyim ve yaşantılara önem vermeyen ezbere öğrenime gereksinim duyduklarını belirtmiştir. Bilgilerin anlamlı olarak öğrenilmesi için, öğrenciler yeni bilgilerini önceki bilgileriyle zihinlerinde ilişki kurarak bütünleştirmelidir. Ezbere öğrenme de ise, yeni bilgi ile bilişsel yapıda herhangi bir ilişkilendirme kurulması gerekmez. Bilgiler öğrencinin önceki öğrenmelerine gereksinim duymadan, ilişkilendirmeden gerçekleşebilir. Yeni bir bilgi bilişsel alana geldiğinde, daha kapsamlı bir kavramsal sistemdeki önceki bilgi ile ilişki kurulur, yeni bilgi anlam kazanır ve uzun süre sonra hatırlanabilir. Ezbere öğrenme bir bütün şekilde işleyen süreçken, anlamlı öğrenme ise parça parça bir araya gelen sistematik işlem bütünüdür.

Açıkgöz (2003), anlamı öğrenme ile ezbere öğrenme arasındaki farkları şöyle ortaya koymuştur. Ezberlemede yeni bilgiler ile önceki bilgiler ilişkilendirilmez ve anlam çıkarılmaz. Ezbere öğrenmede bilgilerin üst üste yığılarak saklanması, yeni bilginin kısa sürede unutulmasını sağlar. Anlamlı öğrenme de ise, önce zihindeki kavramlar ortaya çıkarılır. Sonra, yeni bilgi önceki bilgi ile bütünleştirilir ve hem önceki bilgi ve hem de yeni bilgi yeniden yapılandırılır.

Öğrencilerin yeni bilgi ile eski bilgiyi entegre etmesi bilgi yapılarındaki organizasyonla ilişkilidir. Öğrenmede kategoriler öğrencilerin yeni bilgiyi öğrenirken oluşturduğu bilgi yapıları olarak görülebilir. Yeni bilgi veya deneyimle karşılaşıldığında öğrenenler bu bilgi ile ne yapacağını, nasıl depolayacağını seçerler. Öğrenme sürecinde bu açıdan öğrencilerin bilgiyi nasıl ilişkilendirdiklerinin belirlenmesi de önem taşımaktadır. Bu amaçla kullanılabilecek araçlardan biri de sıralama kartlarıdır.

Bireylerin bilgilerini nasıl organize ettiğini araştırmanın bir yolu da sıralama kartlarının kullanılmasıdır. Bu çalışmada öğretmen adaylarının rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon kavramlarını nasıl organize ettiklerini araştırmak için sıralama kartlarından yararlanılmıştır. Öğretmen adaylarının bu kavramlarla ilgili tanımlama ve sınıflandırmada kullandıkları özellikler, ön bilgileri ile ilgili olup, bu ön bilgiler öğretmen adayları bu kavramları gördüğünde aktif hale gelmektedir. Bu süreçte sıralama kartı kullanılarak; öğretmen adaylarının bu kavramları nasıl sınıflandırdıklarının ve ayırt ettiklerinin incelenmesine, bu kavramlar arasında nasıl bağlantı kurduklarının ve bu bağlantıların nedenlerinin anlamlı olup olmadığının ortaya çıkartılmasına yardımcı olacağı düşünülmüştür.

2.1.4. Sıralama Kart Görevi

Sıralama kartları bireylerin çoktan seçmeli değerlendirme ya da sesli düşünme tekniğine göre görüşme ile tam olarak ortaya çıkarılamayan ilişkilerin belirlenmesinde çok etkili bir araçtır. Bu tarz kategorilendirme görevleri psikoloji, fizik, kimya, biyoloji gibi çok farklı araştırma alanlarında kullanılmaktadır. Kart sıralama ile ilgili çalışmalarda uzman ve uzman olmayanların problem çözme stratejileri arasındaki farklılıklar bilgi organizasyonu, temsillerin organizasyonu ve öğretmenlerin inançları üzerine araştırmalar yürütülmüştür. Sıralama kartlarıyla uzmandan uzman olmayana doğru problem çözmedeki geçişin incelendiği araştırmalar, bu tarz görevlerin özel disiplin alanlarında bilgi organizasyonları ve sunulan problemlerdeki ayırt edici yolları ortaya çıkarmada son derece yararlı olduğunu göstermiştir (Galloway vd., 2019).

Bu sınıflandırma görevleri için her bir kart disipline ait özel bir problemdir ve katılımcılardan çözüm türlerini temel alarak kartları sınıflandırmaları istenir. Katılımcılara problem çözmeye ihtiyaçlarının olmadığı söylenmiş ve herhangi problem çözmek için kâğıt ya da kalem verilmemiştir. Uzman olmayan 1. sınıf öğrencileri iken uzman ise daha üst düzey olan lisans 3. ve 4. sınıf öğrenciler, mezun öğrenciler ve profesörlerdir. Bu çalışmalar birebir olarak ve sınıf içi aktivitelerle birlikte yürütülmüştür. Fizik, kimya ve biyolojide yürütülen bu çalışmalar, öğrencilerin yüzeysel benzer özellikleri temel alarak sınıflandırdığı ancak uzmanların daha derin benzer özellikleri dikkate alarak kategoriler oluşturduğunu ortaya çıkarmıştır (Galloway vd., 2019).

Sıralama kartları, öğrencilerin kimya temsillerini ve temel aldıkları özellikleri nasıl düzenledikleri ile ilgili bilginin ortaya çıkarılmasında son derece yararlıdır. Öğrencilerin çeşitli kimyasal olayların temsiline ilişkin kategorizasyonu pek çok araştırmayla incelenmiştir. Bu çalışmalardan elde edilen bulgular, öğrencilerin benzer tipteki temsillere (tümü grafik, tümü animasyon, tümü makroskobik, tümü mikroskobik) göre kategori oluşturma eğiliminde oldukları ve temsilleri sınıflandırmak için daha çok belirgin özellikleri kullandıkları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin kimyasal temsilleri nasıl sınıflandırdıkları çalışmaların yanında, kimyadaki çalışmalarda ağırlıklı olarak uzmanların aynı görevi nasıl tamamladığı incelenmiştir (Galloway vd., 2019).

2.1.5. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde organik kimyadaki rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularına ait ilgili araştırmalar yer verilmiştir.

Rezonans, iki boyutlu yapısal temsillerin sınırlıkları ve kavramın ardındaki anlamla nasıl ilişkilendirildiklerinin incelenmesi nedeniyle öğrenciler için anlaşılması zor bir konudur. Yaygın bir yanlış anlama ise rezonans yapılarının bir denge sürecinde değişen çoklu ve farklı formları temsil etmesidir (Finkenstaedt-Quinn vd., 2020; Petterson vd., 2020; Schmid vd., 2012; Xue ve Stains, 2020). Bazı araştırmacılar bu yanlış anlamayı gidermek için rezonansın “delokalizasyon” olarak adlandırılmasını önermektedirler (Carle ve Flynn, 2020). Öğrenciler ayrıca rezonans hibritini tanımlamakta güçlük çekmekte ve genellikle ana katkıda bulunanları rezonans hibritiyle karıştırmaktadır. Öğrencilerin rezonansın temsili anlamıyla ilgili zorlukları, öğrencilerin rezonans yapılarını çizme yeteneklerinin kavramsal anlayışlarıyla ilişkili olmayabileceği bulgusuyla ilgilidir (Betancourt-Pérez vd., 2010; Xue ve Stains, 2020). Benzer şekilde öğrencilerin rezonans anlayışı kavramsal anlamdan ziyade, elektronların ve bağların hareketi yoluyla rezonans yapılarının çizilmesine odaklanma eğilimdedir (Brandfonbrener vd., 2021; Xue ve Stains, 2020). Bu durum öğrencilerin problem çözerken, bağ yapımına katılmayan elektron çiftlerinin varlığıyla işaret edildiğinde rezonansı dikkate aldıkları, ancak bağ yapımına katılmayan elektron çiftleri açıkça gösterilmediğinde rezonansı dikkate almadıkları yönündeki bir başka bulguyla da yansıtılmaktadır (Petterson vd., 2020; Watts vd., 2021). İlgili araştırmalar şunlardır;

Xue ve Stains, (2020) tarafından yürütülen bir araştırmada, öğrencilerin bu kavramsal zorluklarıyla öğretimsel yaklaşımlar arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda bir üniversitede organik kimya dersini alan öğrencilerle görüşme yapılmış ve aynı zamanda anket çalışması da yapılmıştır. Öğrencilerden rezonans kavramının açıklanması istendiğinde ağırlıklı olarak rezonans yapılarının çizilmesi ile sürecin ve özelliklerin tanımlanmasına odaklanıldığı, buna karşın rezonans yapıları ve rezonans hibriti arasındaki ilişkiyi tam olarak anlayamadıklarını ortaya konulmuştur. Öğretim yaklaşımları ile ilgili analiz sonuçları da üst düzey kavramsal anlamaya dahil öğretim elemanının kimyasal temsillerin öğretimine odaklandığını, diğer öğretim elemanın ise rezonans çizimi özellikleri ve sürecin tanımlanmasına odaklandığını göstermektedir. Araştırma, öğrencilerin öğretim elemanının öğretimden uygulamalarına kadar daha iyi anlayabilmesi için üst temsilsel yeterliliklerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyduklarını ortaya koymaktadır. Bir diğer bulgu da öğretimsel

yaklaşımında bir öğretim elemanın kavramsal anlayışa sahip olduğu, diğer öğretim elemanın ise rezonansı tanıma, çizme ve süreçlere odaklandığını ortaya koymaktadır.

Şendur vd. (2020), tarafından yapılan modelleme destekli TaTGA yöntemi ile rezonans kavramının öğretiminde, fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarısına yöntemin etkisinin incelenmesini amaçlayan çalışmada, düz anlatım yerine model destekli TaTGA yönteminin öğretmen adaylarının rezonans kavramını öğrenmelerini daha kalıcı hale getirdiği görülmüştür. Bu araştırma, bir üniversitenin eğitim fakültesinde öğrenim gören iki sınıfta (deney grubu=28, kontrol grubu=24) toplamda 52 öğrenci ile yürütülmüş olup, çalışma ön-test ve son-test kontrol gruplu yarı deneysel desene sahiptir. Araştırma sonuçları, modelleme destekli TaTGA yönteminin kullanılmasının öğrenmeyi daha anlamlı hale getirdiğini göstermiştir. Araştırma kapsamında ortaya çıkan bir diğer önemli bulgu ise rezonans kavramındaki öğrenme zorluklarıdır. Öğretmen adaylarından ortaya çıkan öğrenme zorluklarına bakıldığında rezonansı atomların konumunun değil de elektroların yerinin değişeceğini düşünmesi, atomların formal yüklerini belirlememesi, kıvrık oku elektron transfer ettiğini ve rezonans sınır formüllerinin nasıl yazılacağına öğrenme zorluğu yaşadıkları belirlenmiştir.

Bir diğer çalışmada ise Carle ve Flynn tarafından (2020) organik kimyadaki rezonans kavramıyla ilgili temel öğrenme çıktıları belirlemek ve bu öğrenme çıktılarının nasıl öğretildiği, uygulandığı ve değerlendirildiğini analiz etmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak organik kimyada delokalizasyon kavramı için, özellikle de öğrencilerin daha sonraki başarıları için gerekli olduğuna inanılan ön öğrenme çıktısı geliştirilmiştir. Daha sonra, bu öğrenme çıktılarının ortak ders kitaplarında ve bir sınav örneğinde nasıl öğretildiğini, uygulandığını ve değerlendirildiğini ortaya koymuşlardır. Araştırma sonucunda temel öğrenme çıktıları kullanılarak bir ders kitabı incelendiğinde rezonans kavramının nasıl öğretildiği, uygulandığı ve değerlendirildiğine odaklanılmadığı görülmüş ve amaçlanan öğrenme çıktılarından bazılarının ders kitabı açıklamalarında ya da uygulama sorularında yeterince temsil edilmediği ortaya çıkmıştır. Özellikle “delokalizasyonun olduğu yapıların tanımlanması”, “rezonans hibritinin çizilmesi ve temsil ettiği yapının açıklaması”, “delokalize bir sistemde bağ yapımına katılmayan elektronların orbitallerinin tanımlanması ve atomların geometri ve hibrit türlerinin tahmin edilmesi”, ile “delokalizasyon kavramını kullanarak bir moleküldeki elektrofilik ve nükleofilik uçların belirlenmesi” öğrenme çıktılarının yeterince temsil edilmediği belirlenmiştir. Dahası, çoğu ders kitabında rezonans ile ilgili temel kavramların ilk açıklandığı bölüm ile kavramların bağlam içinde kullanıldığı bölüm arasında büyük bir boşluk olduğu ifade edilmiştir. Yapılan

bu çalışma ile öğretim, uygulama alanları ve kavramların değerlendirilmesi de dahil olmak üzere delokalizasyon eğitiminin geliştirilebileceği alanları ortaya koyulmuştur.

Galloway vd. (2019), tarafından yapılan bu araştırmada, öğrencilerin organik kimyadaki reaksiyonlar hakkında bilgilerini nasıl düzenlediklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öğrencilerin organik kimyadaki reaksiyonları nasıl sınıflandırdıkları ve bu sınıflandırmayı yaparken hangi özelliğe göre kategorize ettikleri araştırılmıştır. Tepkimeler arasında nasıl bir bağlantı kurduklarını ortaya koymak için kart sıralama görevi geliştirilmiştir. Bu kart sıralama görevi, iki dönemde öğretilen organik kimya derslerine ait konuları içeren 25 karttan oluşmaktadır. Öğrencilere uygulanacak kart sıralama görevi iki bölümde uygulanmıştır. Birinci bölümde, öğrencilerden 25 karttan ilk önce 15 kartı kategorilere ayırmaları istenmiştir. Daha sonra önceki 15 kart ile kategorilere dahil etmek için kalan 10 kart da verilerek kategori edilmeleri istenmiştir. Öğrencilerin oluşturduğu kategorilerin özellikleri ve sıralama sürecini açıklamaları için bir röportaj yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda öğrencilerin temelde 4 kategori oluşturdukları ve bunların; yapısal özellikler, reaksiyon türü ve mekanizma türü özellikleri olduğu ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin sıralama yaparken çok fazla kategori oluşturması daha detaylı olarak sınıflandırdıklarını, diğer yandan daha az kategori oluşturan öğrencilerin ise sıralamada daha yüzeysel özelliklere baktığını ortaya çıkarmıştır.

Xue, (2020) organik kimya dersine kayıtlı öğrencilerin rezonans ile ilgili kavramsal zorluklarını araştırdığı çalışmasında, açık uçlu sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplardan rezonans kavramını açıklarken rezonans yapıların çizilmesi, tanımlama süreçleri ve özelliklerine odaklandıklarını, rezonans yapıları ve rezonans hibritleri arasındaki ilişkiyi çoğunlukla anlayamadıklarını ortaya koymuştur.

Brandfonbrener vd. (2021), tarafından yapılan çalışmada; öğrencilerin rezonansı tanımlarken neleri önemli buldukları ve kavramsal anlamalarının ne düzeyde olduğunu ortaya çıkartılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda organik kimya dersini alan öğrencilerin rezonans ile ilgili yazılı bir ödevde verdikleri cevapların incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda öğrencilerin rezonansı açıklama için çeşitli analogileri ve örnekleri kullandıkları, kavramın temel tanımlarının öğrencilerde mevcut olduğu ve öğrencilerin reaktivite üzerindeki rezonansın etkisini açıklamada çeşitli yolları kullandıkları belirlenmiştir. Araştırmada aynı zamanda öğrencilerin rezonansı kavramsal tanımdan ziyade operasyonel bir şekilde tanımladıkları belirlenmiş, ayrıca kavramsal açıklama sunmak yerine rezonans yapılarının çizilme sürecine odaklandıkları saptanmıştır.

Betancourt-Pérez vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada; organik kimya dersini alan 2. sınıf öğrencilerinin rezonansla ilgili yapıları ne kadar iyi öğrendiklerinin, bu yapılarını bilmenin organik kimya dersindeki performansla nedenli ilişkili olduğunun ve rezonans yapılarını öğrenmelerinde zamanla ilerleme kaydedip kaydetmediklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmada aynı zamanda öğrencilerin rezonansı öğrenme sürecinde yaptıkları hataların belirlenmesi de amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda rezonans yapılarının oluşturulmasıyla ilgili “rezonans yapılarında komşu atomlar arasındaki elektron hareketlerini temsil etmek için "eğri oklar" çizilmesi, “verilen bir iyon veya molekülü temsil etmek için alternatif Lewis yapısının oluşturulması”, “verilen bir iyon veya molekül için en kararlı Lewis yapısının belirlenmesi” ve “en kararlı Lewis yapılarının özelliklerini birleştirerek rezonans hibritinin çizilmesi” konu başlıklarında 4 farklı soru tipi öğrencilere uygulanmıştır. Araştırmada rezonans yapılarında elektron hareketinde uzman olan birinci dönem öğrencilerinin alternatif Lewis yapılarının kısmi kararlılıklarını karşılaştırmada ve bunları oluşturmada daha iyi olduklarını ortaya koymuştur. Aynı zamanda bir molekül yapısının alternatif Lewis yapısını çizebilen ikinci dönem öğrencilerinin rezonans hibritini daha iyi anlayabildikleri görülmüştür. Araştırmada tüm dönemlerdeki öğrencilerin notları ile rezonans yapılarındaki atomların elektron hareketindeki uzmanlık arasında anlamlı bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin bu sorularda yaptığı en yaygın hatalar ise dekolizasyon π sisteminin tanımlanmaması ve oktet kuralına uymama ile ilgili olduğu saptanmıştır. Bu hatalar özellikle Lewis yapılarının çizilmesinde detaylara dikkat etmeyen birinci dönem öğrencilerinde belirlenmiştir.

Taber (2002) tarafından yürütülen çalışmada, katılımcıların moleküler orbitalleri ve elektron delokalizasyonu nasıl kavramsallaştırdığı incelenmiştir. Araştırma sonucu, öğrencilerin çoğunlukla benzer rezonans yapılarını iki aşama arasındaki alternatif olarak düşündüklerini ortaya koymuştur. Taber, alternatif yapı fikrinin günlük hayattaki rezonans kelimesinin anlamından kaynaklanabileceğini ifade etmiştir. Günlük hayatta rezonans kavramı salınım ya da dönüşüm gibi anlamlara gelirken, kimyada moleküllerin dönüşüm ya da salınımlı olması anlamında değildir. Taber, aynı zamanda benzenin rezonans hibritini temsil etmede kullanılan görselin problemli olduğunu çünkü öğrencilerin halkanın içini bir elektron kaynağı olarak gördüğünü ortaya çıkarmıştır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, evren, örneklem, veri toplama süreçleri ve araçları, uygulama süreci, veri analizi, araştırmanın geçerliği ve güvenilirliği ve araştırmacının rolü yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli / Deseni

Araştırmada kimya öğretmen adaylarının organik kimyadaki rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularını düzenleme biçimlerinin incelenmesi ve bu süreçte yaşanan öğrenme zorluklarının belirlenmesi amaçlandığından araştırma durum çalışması olarak yürütülmüştür. Nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışması, bir ya da daha fazla olayın, ortamın, programın, sosyal grubun ya da diğer birbirine bağlı sistemlerin derinlemesine incelendiği yöntem olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk vd., 2017). Araştırmalarda durum çalışmaları; bir durumu meydana getiren ayrıntıları tanımlamak ve incelemek, bir duruma ilişkin olası açıklamaları geliştirmek ve bir olayı değerlendirmek amacı ile kullanılır. Çalışmada Organik Kimya I dersini alan kimya öğretmen adayları araştırmanın örneklemine oluşturduğundan, araştırma “Bütüncül çoklu durum deseni” (Yıldırım ve Şimşek, 2016) ile yürütülmüştür.

3.2. Evren / Örneklem

Araştırmanın evrenini, İzmir ilindeki Eğitim fakültesinde öğrenim gören kimya öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmanın örnekleme, amaçlı örnekleme yöntemlerinden tipik durum örnekleme esas alınarak seçilmiştir. Tipik durum örnekleme, araştırmacının konusu ile ilgili ortalama bilgiye sahip kişileri araştırmaya dahil ederek, konuyla ilgili ortalama düzeyde fikir edinmek amacı ile kullanılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu amaç doğrultusunda, 2021-2022 öğretim yılı güz döneminde Buca Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Lisans programında öğrenim gören (KMY-3003) Organik Kimya I dersini alan 20 kimya öğretmen adayı araştırmanın örneklemini oluşturmaktadır. Örneklemi oluşturan kimya öğretmen adaylarına dönem başında yürütülecek araştırma hakkında bilgi verilmiştir. Gönüllü katılımcı onam formu dağıtılmak suretiyle araştırmaya gönüllü olan öğretmen adaylarının katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Gönüllü katılım onam formu örneği EK.2 sunulmuştur.

3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları

Araştırmada elde edilen sonuçları daha iyi incelemek ve geniş bir açıdan bakabilmek için sıralama kartları ve sesli görüşme tekniğine göre yürütülen görüşme formu olmak üzere iki veri toplama aracı kullanılmıştır.

3.3.1. Sıralama Kartları

Araştırmada organik kimya dersinde yer alan kavramlardan olan rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularına ait örnekleri içeren sıralama kartları hazırlanmıştır. Sıralama kartları farklı organik kimya ders kitaplarından (Solomon ve Fryhle, 2002; McMurry, 1996; Fessenden ve Logue, 2001) yararlanılarak araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Sıralama kartları organik kimya alanında uzman üç öğretim üyesinin görüşü alınarak hazırlanmıştır. Sıralama kartlarına son şeklini vermek için ise 15 kimya öğretmen adayı ile bir pilot çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonrasında sıralama kartlarında gerekli düzenlemeler ile son hali oluşturulmuş ve uygulama süresi belirlenmiştir. Rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularından oluşan sıralama kartları, daha detaylı sınıflandırılabilmesi için 3 ayrı soru tipine göre hazırlanmıştır.

1. soru tipinde rezonanstan 5 tane, tautomeriden 5 tane ve hiperkonjugasyondan 3 tane olmak üzere toplamda 13 tane sorudan oluşmaktadır. Bu soru tipinde sıralama kartlarında verilen moleküllerin bir sonraki adımı yazabilme ve sınıflandırma yapması amaçlanmıştır. Bu kapsamda yer alan sıralama kartları aşağıdaki tablolarda sunulmuştur.

Tablo 1: 1.Soru Tipindeki Rezonans Sıralama Kartlarının İçeriği

Rezonans

Sorular

Sıralama Kartları

REZONANS

1.Soru

OLUŞAN MOLEKÜL	OLAYIN ADI

Yukarıda verilen molekülün bir sonraki adımını yazınız ve gerçekleşen olayı tanımlayınız?

2.Soru

OLUŞAN MOLEKÜL	OLAYIN ADI

Yukarıda verilen molekülün bir sonraki adımını yazınız ve gerçekleşen olayı tanımlayınız?

3.soru

OLUŞAN MOLEKÜL	OLAYIN ADI

Yukarıda verilen molekülün bir sonraki adımını yazınız ve gerçekleşen olayı tanımlayınız?

4.soru

OLUŞAN MOLEKÜL	OLAYIN ADI

Yukarıda verilen molekülün bir sonraki adımını yazınız ve gerçekleşen olayı tanımlayınız?

5.soru

OLUŞAN MOLEKÜL	OLAYIN ADI

Yukarıda verilen molekülün bir sonraki adımını yazınız ve gerçekleşen olayı tanımlayınız?

Tablo 2: 1.Soru Tipindeki Tautomeri Sıralama Kartlarının İçeriği

Tautomeri

Sorular

Sıralama Kartları

TAUTOMERİ

1.Soru

OLUŞAN MOLEKÜL	OLAYIN ADI

Yukarıda verilen molekülün bir sonraki adımını yazınız ve gerçekleşen olayı tanımlayınız?

2.Soru

OLUŞAN MOLEKÜL	OLAYIN ADI

Yukarıda verilen molekülün bir sonraki adımını yazınız ve gerçekleşen olayı tanımlayınız?

3.soru

OLUŞAN MOLEKÜL	OLAYIN ADI

Yukarıda verilen molekülün bir sonraki adımını yazınız ve gerçekleşen olayı tanımlayınız?

4.soru

OLUŞAN MOLEKÜL	OLAYIN ADI

Yukarıda verilen molekülün bir sonraki adımını yazınız ve gerçekleşen olayı tanımlayınız?

5.soru

OLUŞAN MOLEKÜL	OLAYIN ADI

Yukarıda verilen molekülün bir sonraki adımını yazınız ve gerçekleşen olayı tanımlayınız?

Tablo 3: 1.Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Sıralama Kartlarının İçeriği

Hiperkonjugasyon

Sorular

Sıralama Kartları

HİPERKONJUGASYON

1.Soru

OLUŞAN MOLEKÜL	OLAYIN ADI

Yukarıda verilen molekülün bir sonraki adımını yazınız ve gerçekleşen olayı tanımlayınız?

2.Soru

OLUŞAN MOLEKÜL	OLAYIN ADI

Yukarıda verilen molekülün bir sonraki adımını yazınız ve gerçekleşen olayı tanımlayınız?

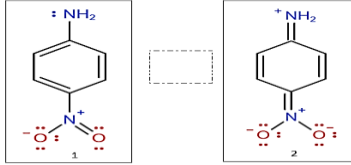
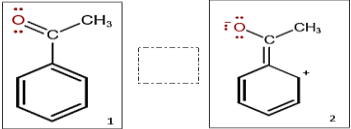
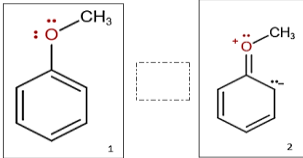
3.soru

OLUŞAN MOLEKÜL	OLAYIN ADI

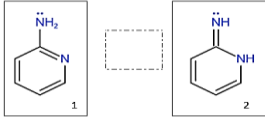
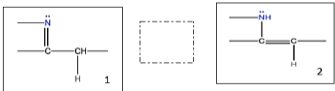
Yukarıda verilen molekülün bir sonraki adımını yazınız ve gerçekleşen olayı tanımlayınız?

2. soru tipinde rezonanstan 3 tane, tautomeriden 3 tane ve hiperkonjugasyondan 3 tane olmak üzere toplamda 9 tane sıralama kartı bulunmaktadır. Sıralama kartlarında bulunan moleküllerin bir sonraki adımı da verilerek oluşturulan sıralama kartlarının sınıflandırılması istenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarından moleküllerin sınıflandırılmasından sonra reaksiyonda kullanılacak okları da tanımlamaları istenilmiştir. Bu kapsamda yer alan sıralama kartları aşağıdaki tablolarda sunulmuştur.

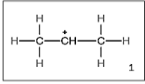
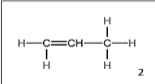
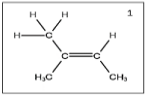
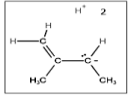
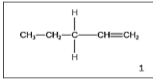
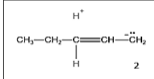
Tablo 4: 2. Soru Tipindeki Rezonans Sıralama Kartlarının İçeriği

Rezonans	Sorular	Sıralama Kartları
REZONANS	1.Soru	 Birinci molekülden ikinci moleküle geçişinin nasıl olduğunu okları kullanarak gösteriniz. Gerçekleşen bu olayı belirtiniz?
	2.Soru	 Birinci molekülden ikinci moleküle geçişinin nasıl olduğunu okları kullanarak gösteriniz. Gerçekleşen bu olayı belirtiniz?
	3.soru	 Birinci molekülden ikinci moleküle geçişinin nasıl olduğunu okları kullanarak gösteriniz. Gerçekleşen bu olayı belirtiniz?

Tablo 5: 2. Soru Tipindeki Tautomeri Sıralama Kartlarının İçeriği

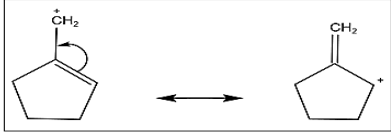
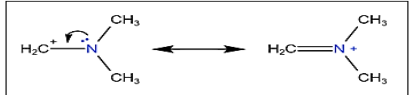
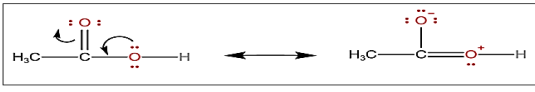
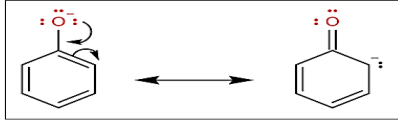
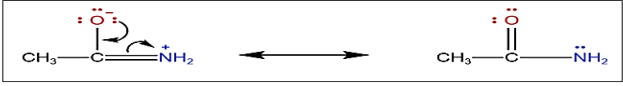
Tautomeri	Sorular	Sıralama Kartları
TAUTOMERİ	1.Soru	 Birinci molekülden ikinci moleküle geçişinin nasıl olduğunu okları kullanarak gösteriniz. Gerçekleşen bu olayı belirtiniz?
	2.Soru	 Birinci molekülden ikinci moleküle geçişinin nasıl olduğunu okları kullanarak gösteriniz. Gerçekleşen bu olayı belirtiniz?
	3.soru	 Birinci molekülden ikinci moleküle geçişinin nasıl olduğunu okları kullanarak gösteriniz. Gerçekleşen bu olayı belirtiniz?

Tablo 6: 2. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Sıralama Kartlarının İçeriği

Hiperkonjugasyon	Sorular	Sıralama Kartları
HİPERKONJUGASYON	1.Soru	  Birinci molekülden ikinci moleküle geçişinin nasıl olduğunu okları kullanarak gösteriniz. Gerçekleşen bu olayı belirtiniz? OLAYIN ADI
	2.Soru	  Birinci molekülden ikinci moleküle geçişinin nasıl olduğunu okları kullanarak gösteriniz. Gerçekleşen bu olayı belirtiniz? OLAYIN ADI
	3.soru	  Birinci molekülden ikinci moleküle geçişinin nasıl olduğunu okları kullanarak gösteriniz. Gerçekleşen bu olayı belirtiniz? OLAYIN ADI

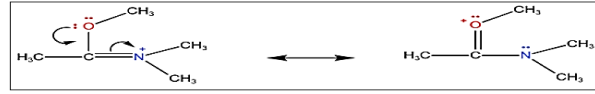
3. soru tipinde ise rezonans sınır formüllerin yer aldığı kartlarda; bu moleküllerde rezonansa katkısı fazla olanın belirtilmesi istenmiştir. Bu soru tipinde 15 tane rezonans sınır formülü yer almıştır. 3. soru tipinde yer alan moleküller aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 7: 3. Soru Tipinde Rezonans Sınır Formüllerinde Yapıya Katkıya En Büyük Olanın Belirlenmesi İstenilen Kartlarının İçeriği

Sorular	Sıralama Kartları
1.Soru	 Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?
2.Soru	 Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?
3.soru	 Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?
4.soru	 Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?
5.soru	 Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?
6.soru	 Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?
7.soru	 Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?
8.soru	 Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?
9.soru	 Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

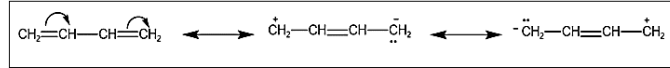
Tablo 7'nin Devamı

10.soru



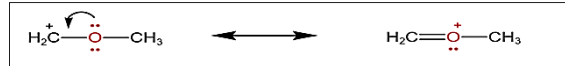
Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

11.soru



Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

12.soru



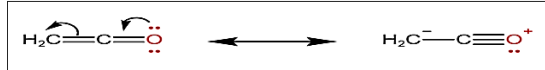
Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

13.soru



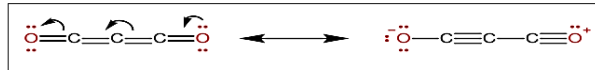
Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

14.soru



Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

15.soru



Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

3.3.2. Sesli Düşünme Tekniği

Araştırmaya katılan organik kimya dersini almakta olan kimya öğretmen adaylarının rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konusuna ilişkin öğrenme zorluklarının belirlenmesi amacıyla bireysel olarak görüşmeler yürütülmüştür. Görüşmelerde sıralama kartlarını sınıflandırırken yaşadıkları öğrenme zorluklarının ve moleküllerin hangi özelliğine göre sınıflandırma yaptıklarının daha iyi ortaya konulması amaçlanmıştır. Görüşmeler, kimya öğretmen adaylarının sıralama kartlarını tek tek sınıflandırmalarıyla birlikte eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler, araştırmaya gönüllü olarak katılan kimya öğretmen adaylarıyla bireysel olarak gerçekleştirilmiş ve ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır. Her bir öğretmen adayıyla yapılan görüşmelerin süresi yaklaşık olarak 50 ila 60 dk arasında değişmektedir.

3.4. Uygulama Süreci

Araştırmanın uygulama süreci; pilot çalışma ve asıl uygulama olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Pilot çalışmada geliştirilen rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularından oluşan sıralama kartlarının uzman görüşü alındıktan sonra 15 kimya öğretmen adayıyla 2020-2021 bahar döneminde pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışma esnasında uygulama süresi ve sıralama kartlarının anlaşılabilirliği kontrol edilmiştir. Pilot

çalışmada kimya öğretmen adaylarının da görüşleri dikkate alınarak uygulama süresi yaklaşık olarak belirlenmiş ve sıralama kartlarındaki bazı noktalar düzeltilmiştir. Böylelikle sıralama kartlarına son şekli verilmiştir.

Araştırmanın asıl uygulama aşaması, 2021-2022 akademik yılı güz döneminde 20 kimya öğretmen adayıyla birebir olarak yüz yüze gerçekleştirilmiştir. 20 kimya öğretmen adayı rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularının yer aldığı Organik Kimya I dersini aldıktan sonra uygulama sürecine başlanmıştır. Uygulamaya başlamadan önce kimya öğretmen adaylarına yapılacak uygulama hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Sıralama kartları oluşturulurken üç farklı soru tipine göre düzenlenmiştir. Birinci soru tipinde rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularından oluşan sıralama kartlarının içeriğine bakıldığında; birinci adımı verilen moleküllerin sınıflandırılması ve bu sınıflandırmaya karar verirken hangi özelliğe bakarak karar verildiğinin açıklaması ve birinci adıma göre bir sonraki aşamasının nasıl olacağının çizilmesi istenmiştir. İkinci soru tipindeki sıralama kartlarının içeriğine bakıldığında; birinci ve ikinci adımı da verilen moleküllerin sınıflandırılması, bu sınıflandırmayı yapılırken ortaya konulan özelliğin açıklama olarak belirtilmesi, birinci molekül ile ikinci molekül arasındaki geçişi göstermek için kullanılacak okun belirtilmesi ve çizdiği okun nedeninin de açıklama olarak belirtilmesi ve son olarak da birinci molekül üzerinde kıvrık okların da yapılması istenmiştir. Son kısmında ise kimya öğretmen adaylarının rezonans sınır formülleri verilen kartlardan rezonans yapıya katkısı en büyük olanın belirlenmesi ve hangi özelliğe göre karar verdiğinin nedeni belirtilerek sınıflandırma yapması istenmiştir. Uygulamaya geçildiğinde çalışma, 20 kimya öğretmen adayıyla bireysel olarak gerçekleştirilmiştir. Kimya öğretmen adaylarının bu kartları öncelikle sınıflandırmaları istenmiş ve sonrasında bu sınıflandırmaları kartlarda belirttikten sonra aynı sınıf içinde yer alan kartları tek tek açıklamaları aşamalarına geçilmiştir. Açıklama aşaması sesli düşünme tekniğine göre yapılan görüşme ile gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler esnasında öğretmen adaylarının ilgili molekülleri neye göre sınıflandırdıkları ve olayı nasıl sınıflandırdıklarını nedeniyle birlikte açıklamaları istenmiştir. Bütün bunlar yapılırken gerekli izinler alınmış ve yaklaşık olarak her kimya öğretmeniyle uygulama süresi 1 saat içinde tamamlanmıştır. Uygulama toplamda 1 haftalık süreç içerisinde verilerin toplanmasıyla gerçekleştirilmiştir.

3.5. Verilerin Analizi

3.5.1 Sıralama Kartlarının Veri Analizi

Yapılan araştırmada rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularının yer aldığı sıralama kartlarına verilen yanıtların analizi; “doğru”, “kısmen doğru”, “yanlış” ve “boş” olarak dört ayrı sınıflandırma yapılmıştır ve betimsel olarak da analiz edilmiştir. Sıralama kartları ilk önce 3 ayrı soru tipine ayrılmış daha sonra bu soru tipleri içinde de 3 ayrı kısma ayrılmıştır.

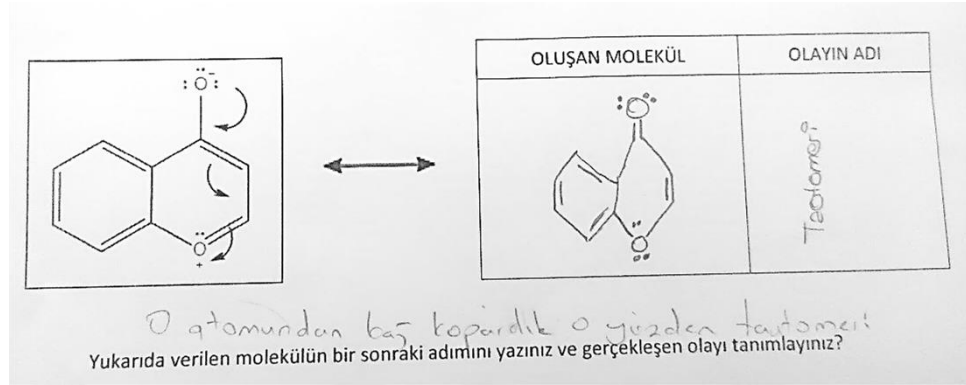
3.5.1.1 Birinci Soru Tipindeki Rezonans Kısımına Ait Verilerin Analizi

1. soru tipinde yer alan rezonans sıralama kartlarının bir sonraki adımını oluşturabilmesi, sıralama kartını sınıflandırabilmesi ve bunları yaparken ortaya konulan özelliği veya olayın nedenini açıklayabilmesi olmak üzere üç ayrı noktadan oluşan bir kategori oluşturulup incelenmiştir. Kimya öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar kategorize edildiğinde toplamda 14 adet farklı kategori oluşturulmuştur. Oluşturulan bu kategoriler aşağıda Tablo 8’de detaylı olarak verilmiştir.

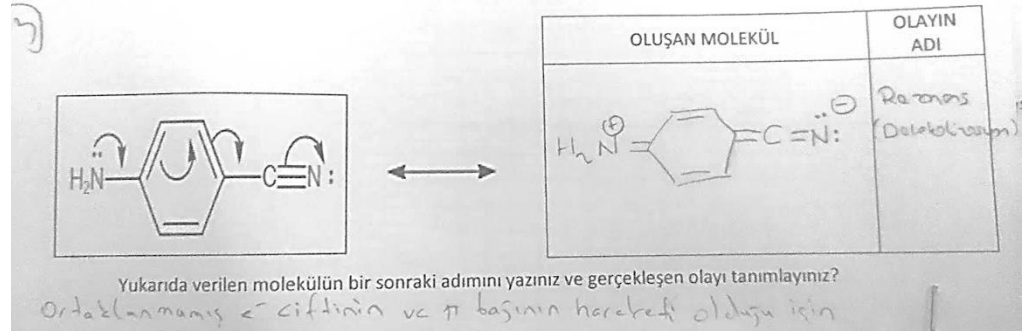
Tablo 8: 1. Soru Tipinde Rezonans ile İlgili Sıralama Kartlarının Kategori Analizi

	Sınıflandırma	Açıklama	Bir Sonraki Adımı Oluşturma	Kısa Gösterimi
1. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	Yanlış	D-KD-Y
2. Kategori	Doğru	Doğru	Doğru	D-D-D
3. Kategori	Yanlış	Kısmen doğru	Yanlış	Y-KD-Y
4. Kategori	Doğru	Doğru	Kısmen doğru	D-D-KD
5. Kategori	Yanlış	Yanlış	Kısmen doğru	Y-Y-KD
6. Kategori	Yanlış	Yanlış	Yanlış	Y-Y-Y
7. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	Doğru	D-KD-D
8. Kategori	Doğru	Doğru	Yanlış	D-D-Y
9. Kategori	Yanlış	Kısmen doğru	Doğru	Y-KD-D
10. Kategori	Boş	Boş	Boş	B-B-B
11. Kategori	Yanlış	Yanlış	Doğru	Y-Y-D
12. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	Kısmen doğru	D-KD-KD
13. Kategori	Yanlış	Doğru	Kısmen doğru	Y-D-KD
14. Kategori	Yanlış	Kısmen doğru	Kısmen doğru	Y-KD-KD

Öğretmen adaylarından bazılarının 1. soru tipindeki rezonans sıralama kartlarına vermiş oldukları cevap örnekleri ve ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir;



ÖA-3'ün sıralama kartına verdiği cevaplardan oluşturulan kategoriye bakıldığında; verilen sıralama kartına olayın adına verdiği yanıt tautomeri olduğu için yanlış bir sınıflandırma yapmıştır. İkinci kısım incelendiğinde; yapılan sınıflandırma ile ilgili öğrencinin açıklaması değerlendirildiğinde yanlış bir açıklama yaptığı görülmektedir. Son kısma bakıldığında ise; verilen molekülün bir sonraki adımını oluşturmada öğretmen adayı molekülü doğru bir şekilde oluşturmuş olduğundan; bu öğretmen adayı “yanlış, yanlış, doğru (Y-Y-D)” kategorisinde yer almıştır.



ÖA-6'nın sıralama kartına verdiği cevaba bakıldığında; öğretmen adayının olayın adına verdiği yanıtın doğru olduğu görülmüştür. İkinci kısma bakıldığında ise; yapılan sınıflandırmayı doğru bir şekilde açıkladığı ve bir sonraki adımı da doğru bir şekilde oluşturabildiği belirlenmiştir. Bu nedenle ÖA-6 “doğru, doğru, doğru (D-D-D)” kategorisinde yer almıştır.

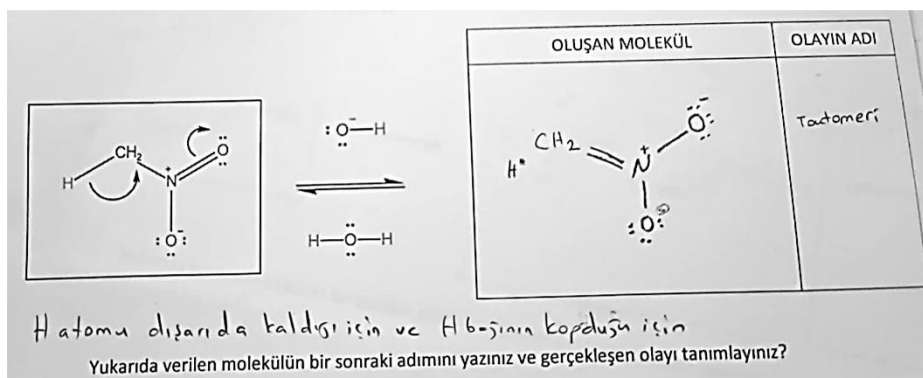
3.5.1.2 Birinci Soru Tipindeki Tautomeri Kısımına Ait Verilerin Analizi

1. soru tipinde yer alan tautomeri sıralama kartlarında öğretmen adaylarının bir sonraki adımı oluşturabilmesi, sıralama kartını sınıflandırabilmesi ve bunları yaparken ortaya konulan özelliği veya olayın nedenini açıklayabilmesi olmak üzere üç ayrı noktayı içeren bir kategori oluşturulup incelenmiştir. Kimya öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar kategorize edildiğinde toplamda 12 adet farklı kategori oluşturulmuştur. Oluşturulan kategoriler aşağıda Tablo 9’da detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 9: 1. Soru Tipindeki Tautomeri ile İlgili Sıralama Kartlarının Kategori Analizi

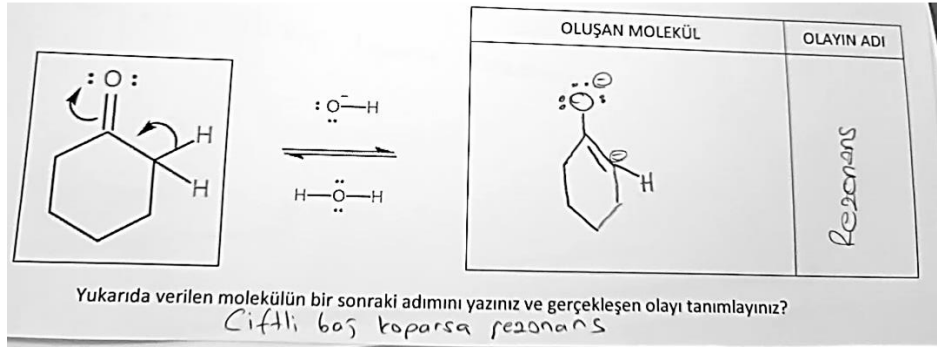
	Sınıflandırma	Açıklama	Bir Sonraki Adımı Oluşturma	Kısa Gösterimi
1. Kategori	Doğru	Yanlış	Kısmen doğru	D-Y-KD
2. Kategori	Doğru	Doğru	Doğru	D-D-D
3. Kategori	Doğru	Doğru	Kısmen doğru	D-D-KD
4. Kategori	Yanlış	Yanlış	Kısmen doğru	Y-Y-KD
5. Kategori	Yanlış	Yanlış	Yanlış	Y-Y-Y
6. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	Doğru	D-KD-D
7. Kategori	Boş	Boş	Boş	B-B-B
8. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	Kısmen doğru	D-KD-KD
9. Kategori	Yanlış	Kısmen doğru	Kısmen doğru	Y-KD-KD
10. Kategori	Yanlış	Kısmen doğru	Doğru	Y-KD-D
11. Kategori	Yanlış	Kısmen doğru	Yanlış	Y-KD-Y
12. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	Yanlış	D-KD-Y

Öğretmen adaylarından bazılarının 1. soru tipindeki tautomeri sıralama kartlarına vermiş oldukları cevap örnekleri ve ilgili açıklamalar aşağıda sunulmuştur;



ÖA-9’un sıralama kartına verdiği cevaplar incelendiğinde doğru bir sınıflandırma yaptığı anlaşılmaktadır. İkinci kısma bakıldığında ise yapılan sınıflandırmaya ait açıklamayı

ve bir sonraki adımı kısmen doğru bir şekilde oluşturabildiği anlaşılmaktadır. ÖA-9 bu nedenle “doğru, kısmen doğru, kısmen doğru (D-KD-KD)” kategorisinde yer almıştır.



ÖA-14’ün sıralama kartına verdiği cevaplar incelendiğinde rezonans olarak yanlış bir sınıflandırma yaptığı belirlenmiştir. ÖA-14’ün açıklaması da bu doğrultuda yanlış olurken, bir sonraki adımı ise kısmen doğru olarak tanımlayabilmiştir. ÖA-14 bu nedenle “yanlış, yanlış, kısmen doğru (Y-Y-KD)” kategorisinde yer almıştır.

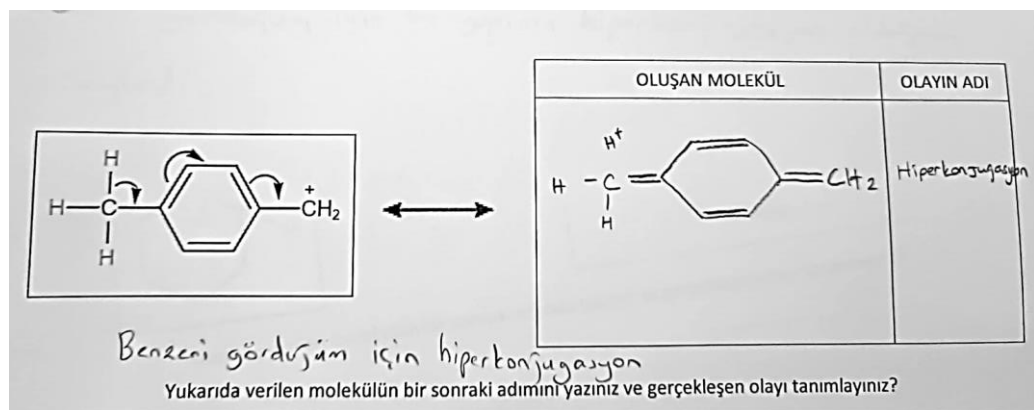
3.5.1.3 Birinci Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Kısımına Ait Verilerin Analizi

1. soru tipinde yer alan hiperkonjugasyon ile ilgili sıralama kartlarında öğretmen adaylarının bir sonraki adımı oluşturabilmesi, sıralama kartını sınıflandırabilmesi ve bunları yaparken ortaya konulan özelliği veya olayın nedenini açıklayabilme olmak üzere üç ayrı nokta dikkate alınarak kategori oluşturulmuştur. Kimya öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar kategorize edildiğinde toplamda 15 adet farklı kategori oluşturulmuştur. Tablo 10’da oluşturulan kategoriler detaylı olarak verilmiştir.

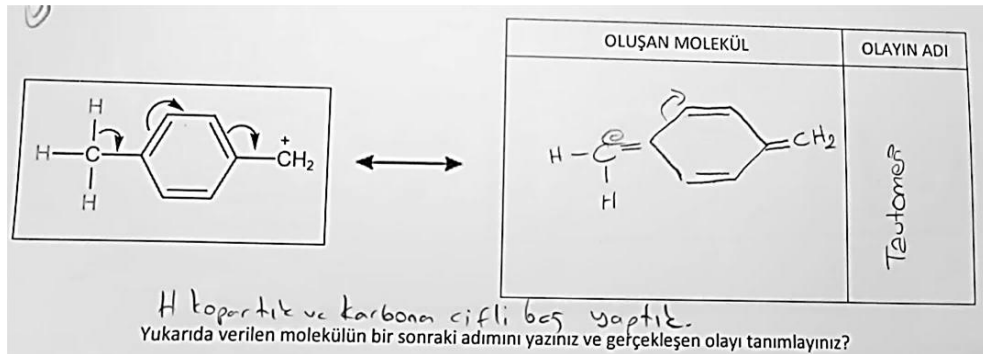
Tablo 10: 1. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon ile İlgili Sıralama Kartlarının Kategori Analizi

	Sınıflandırma	Açıklama	Bir Sonraki Adımı Oluşturma	Kısa Gösterimi
1. Kategori	Yanlış	Kısmen doğru	Yanlış	Y-KD-Y
2. Kategori	Doğru	Doğru	Doğru	D-D-D
3. Kategori	Kısmen doğru	Yanlış	Doğru	Y-Y-D
4. Kategori	Doğru	Doğru	Kısmen doğru	D-D-KD
5. Kategori	Yanlış	Yanlış	Kısmen doğru	Y-Y-KD
6. Kategori	Kısmen doğru	Kısmen doğru	Doğru	Y-KD-D
7. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	Doğru	D-KD-D
8. Kategori	Doğru	Doğru	Yanlış	D-D-Y
9. Kategori	Doğru	Yanlış	Doğru	D-Y-D
10. Kategori	Boş	Boş	Boş	B-B-B
11. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	Yanlış	D-KD-Y
12. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	Kısmen doğru	D-KD-KD
13. Kategori	Yanlış	Kısmen doğru	Kısmen doğru	Y-KD-KD
14. Kategori	Kısmen doğru	Yanlış	Kısmen doğru	KD-Y-KD
15. Kategori	Kısmen doğru	Kısmen doğru	Kısmen doğru	KD-KD-KD

Öğretmen adaylarından bazılarının 1. soru tipindeki hiperkonjugasyon sıralama kartlarına vermiş oldukları cevap örnekleri ve ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir;



ÖA-2'nin sıralama kartına verdiği cevaplar incelendiğinde sınıflandırmayı doğru olarak yaptığı anlaşılmaktadır. İkinci kısma bakıldığında ise; yapılan sınıflandırmayı öğretmen adayının yanlış bir şekilde açıkladığı, ancak molekülün sonraki adımını doğru bir şekilde göstermiş olduğu ve bu nedenle ÖA-2'nin "doğru, yanlış, doğru (D-Y-D)" kategorisinde yer almasının uygun olduğuna karar verilmiştir.



ÖA-7'nin sıralama kartına verdiği cevaplar incelendiğinde cevaplardan sınıflandırmayı tautomeri olarak yanlış bir şekilde ifade ettiği, açıklamasında ise kısmen doğru kategorisinde yer aldığı anlaşılmaktadır. ÖA-7'nin molekülün sonraki adımını gösterme aşamasında hidrojen atomunu göstermemesi ve fazladan yük belirtmesi nedeniyle kısmen doğru kategorisinde yer alması uygun görülmüştür. ÖA-7 genel olarak değerlendirildiğinde “yanlış, kısmen doğru, kısmen doğru (Y-KD-KD)” kategorisinde yer almıştır.

3.5.1.4 İkinci Soru Tipindeki Rezonans Kısımına Ait Verilerin Analizi

2. soru tipindeki rezonans ile ilgili sıralama kartları iki ayrı kısımda incelenmiştir. Birinci kısımda, birinci ve ikinci adımı verilen moleküllerin sınıflandırması ve sınıflandırmaya ait kimya öğretmen adayının açıklamasıyla birlikte değerlendirme yapılarak kategoriler oluşturulmuştur. Bu kategorilere bakıldığında 4 farklı kategori ortaya çıkmıştır. İkinci kısma bakıldığında, birinci ve ikinci adımı verilen moleküller arasındaki geçişteki ok gösteriminin yapılabilmesi, geçişteki ok gösteriminin nedeninin belirtilmesi ve birinci molekülün üzerindeki ok gösterimlerinin yapılmasıyla bir kategori oluşturulup incelenmiştir. İkinci kısımda kimya öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlara bakıldığında toplamda 9 adet farklı kategori elde edilmiştir. Yapılan bu kategoriler aşağıdaki tablolarda detaylı olarak verilmiştir.

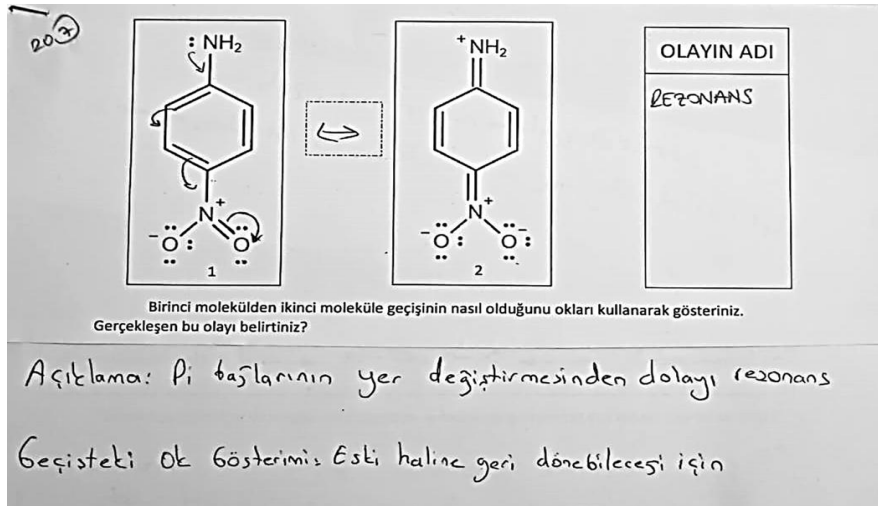
Tablo 11: 2. Soru Tipindeki Rezonans ile İlgili Sıralama Kartlarının 1. Kısım Kategori Analizi

	Sınıflandırma	Sınıflandırmanın Açıklaması	Kısa Gösterimi
1. Kategori	Yanlış	Kısmen doğru	Y-KD
2. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	D-KD
3. Kategori	Doğru	Doğru	D-D
4. Kategori	Yanlış	Yanlış	Y-Y

Tablo 12: 2. Soru Tipindeki Rezonans ile İlgili Sıralama Kartlarının 2. Kısım Kategori Analizi

	Geçişteki Ok Gösterimi	Geçişteki Ok Gösteriminin Açıklaması	Molekül Üzerindeki Ok Gösterimi	Kısa Gösterimi
1. Kategori	Yanlış	Kısmen doğru	Yanlış	Y-KD-Y
2. Kategori	Yanlış	Yanlış	Yanlış	Y-Y-Y
3. Kategori	Yanlış	Yanlış	Doğru	Y-Y-D
4. Kategori	Doğru	Yanlış	Yanlış	D-Y-Y
5. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	Yanlış	D-KD-Y
6. Kategori	Yanlış	Kısmen doğru	Doğru	Y-KD-D
7. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	Doğru	D-KD-D
8. Kategori	Doğru	Yanlış	Doğru	D-Y-D
9. Kategori	Yanlış	Doğru	Doğru	Y-D-D

Öğretmen adaylarından bazılarının 2. Soru tipindeki rezonans sıralama kartlarına vermiş oldukları cevap örnekleri ve ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir;



ÖA-1 sıralama kartına verdiği cevaplar incelendiğinde, “doğru” şekilde sınıflandırma yapmıştır ve bu olayın açıklama kısmına bakıldığında öğretmen adayının açıklaması “kısmen doğru” şekilde kategori edilmiştir. Öğretmen adayı verdiği bu cevaplardan dolayı (D-KD) kategorisinde yer almıştır.

ÖA-1'in ikinci kısma baktığımızda birinci ve ikinci adımı verilen moleküller arasındaki ok gösterimini “doğru” şekilde belirtmiş; ancak öğretmen adayı geçişteki ok gösteriminin nedenin “yanlış” olarak ele alınmıştır. Son bölüme bakıldığında ise öğretmen adayının birinci molekülün üzerindeki ok gösterimlerini “doğru” yapmasından dolayı ikinci kısma “doğru, yanlış, doğru (D-Y-D)” şeklinde bir kategori oluşturulmuştur.

3.5.1.5 İkinci Soru Tipindeki Tautomeri Kısımına Ait Verilerin Analizi

2. soru tipinde yer alan tautomeri ile ilgili sıralama kartlarının analizinin 1. aşamasında, kartların sınıflandırılması ve sınıflandırmanın açıklaması dikkate alınmıştır ve kategoriler oluşturulmuştur. Bu kategoride 6 farklı değerlendirme çıkmıştır. Diğer kategoriye bakıldığında birinci molekülün üzerindeki ok gösteriminin yapılması, bir sonrakiyle verilen moleküller arasındaki geçişteki ok gösteriminin yapılabilmesi ve geçişteki ok gösteriminin nedeninin belirtilmesiyle değerlendirilmiştir. Kimya öğretmen adaylarının verdikleri yanıtları incelendiğinde 11 adet farklı kategori elde edilmiştir. Yapılan bu sınıflandırma aşağıdaki tablolarda detaylı olarak verilmiştir.

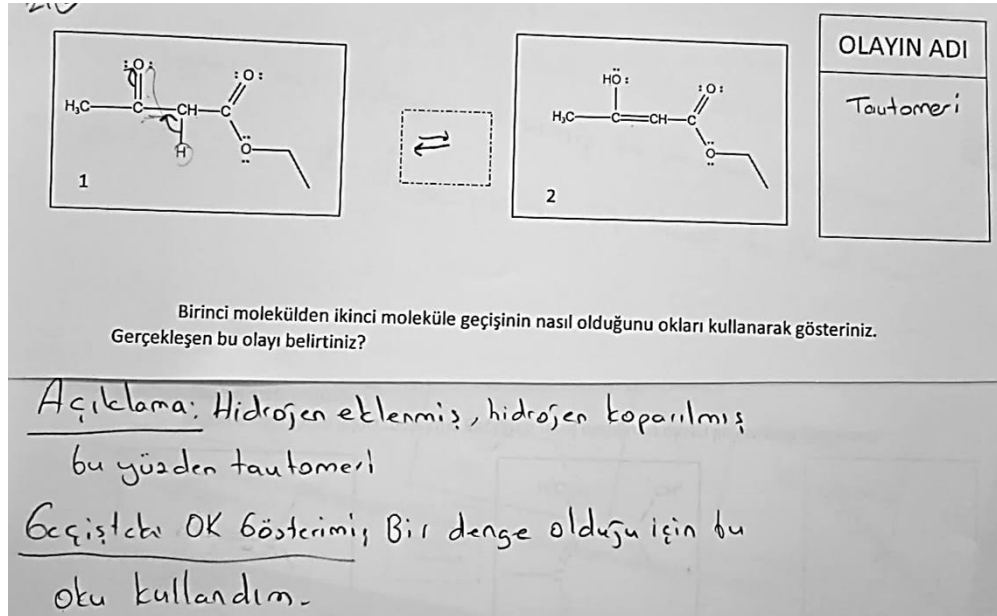
Tablo 13: 2. Soru Tipindeki Tautomeri ile İlgili Sıralama Kartlarının 1. Kısım Kategori Analizi

	Sınıflandırma	Sınıflandırmanın Açıklaması	Kısa Gösterimi
1. Kategori	Yanlış	Kısmen doğru	Y-KD
2. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	D-KD
3. Kategori	Doğru	Doğru	D-D
4. Kategori	Yanlış	Yanlış	Y-Y
5. Kategori	Yanlış	Doğru	Y-D
6. Kategori	Boş	Boş	B-B

Tablo 14: 2. Soru Tipindeki Tautomeri ile İlgili Sıralama Kartlarının 2. Kısım Kategori Analizi

	Geçişteki Ok Gösterimi	Geçişteki Ok Gösteriminin Açıklaması	Molekül Üzerindeki Ok Gösterimi	Kısa Gösterimi
1. Kategori	Yanlış	Doğru	Yanlış	Y-D-Y
2. Kategori	Yanlış	Yanlış	Yanlış	Y-Y-Y
3. Kategori	Yanlış	Yanlış	Doğru	Y-Y-D
4. Kategori	Doğru	Yanlış	Yanlış	D-Y-Y
5. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	Yanlış	D-KD-Y
6. Kategori	Doğru	Doğru	Doğru	D-D-D
7. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	Doğru	D-KD-D
8. Kategori	Boş	Boş	Boş	B-B-B
9. Kategori	Doğru	Yanlış	Doğru	D-Y-D
10. Kategori	Doğru	Doğru	Yanlış	D-D-Y
11. Kategori	Yanlış	Doğru	Doğru	Y-D-D

Öğretmen adaylarından bazılarının 2. soru tipindeki tautomeri sıralama kartlarına vermiş oldukları cevap örnekleri ve ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir;



ÖA-20'nin sıralama kartına verdiği cevaplar incelendiğinde olayın tanımlamasını doğru bir şekilde yapmasına karşın açıklamada "hidrojen eklenmesi" ya da çıkarılması

şeklindeki açıklaması ile kısmen doğru kategorisinde yer almışlardır. Bu nedenle doğru, kısmen doğru “(D-KD)” kategorisinde yer almıştır.

ÖA-20’nin sıralama kartındaki ikinci kısmına baktığımızda birinci ve ikinci adımı verilen moleküllerin arasındaki gösterimini ve ok gösteriminin nedenini doğru olarak ele aldığı belirlenmiştir. Son bölüme bakıldığında ise öğretmen adayının birinci molekülün üzerindeki ok gösterimlerini doğru bir şekilde yaptığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle ÖA-20 “doğru, doğru, doğru (D-D-D)” kategorisinde yer almıştır.

3.5.1.6 İkinci Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Kısımına Ait Verilerin Analizi

2. soru tipinde yer alan hiperkonjugasyon ile ilgili sıralama kartlarının analizinde ilk önce; sınıflandırma ve açıklama dikkate alınıp analiz edilmiş ve kategoriler oluşturulmuştur. Bu analizde 6 farklı kategori oluşturulmuştur. 2. aşama analizinde ise birinci molekülün üzerindeki ok gösteriminin yapılması, bir sonrakiyle verilen moleküller arasındaki geçişteki ok gösteriminin yapılabilmesi ve geçişteki ok gösteriminin nedeninin belirtilmesiyle birlikte oluşturulup incelenmiştir. Kimya öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar kategorize edildiğinde toplamda 8 adet farklı kategori elde edilmiştir. Yapılan bu sınıflandırma aşağıdaki tablolarda detaylı olarak verilmiştir.

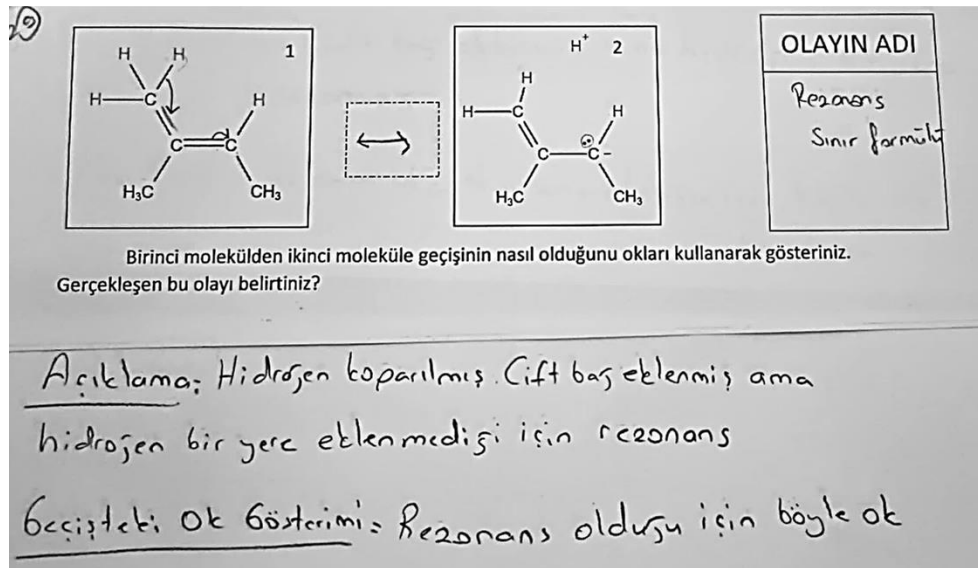
Tablo 15: 2. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon ile İlgili Sıralama Kartlarının 1. Kısım Kategori Analizi

	Sınıflandırma	Sınıflandırmanın Açıklaması	Kısa Gösterimi
1. Kategori	Yanlış	Kısmen doğru	Y-KD
2. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	D-KD
3. Kategori	Yanlış	Yanlış	Y-Y
4. Kategori	Kısmen doğru	Kısmen doğru	KD-KD
5. Kategori	Kısmen doğru	Yanlış	KD-Y
6. Kategori	Doğru	Doğru	D-D

Tablo 16: 2.Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon ile İlgili Sıralama Kartlarının 2.*Kısım Kategori Analizi*

	Geçişteki Ok Gösterimi	Geçişteki Ok Gösteriminin Açıklaması	Molekül Üzerindeki Ok Gösterimi	Kısa Gösterimi
1. Kategori	Yanlış	Doğru	Yanlış	Y-D-Y
2. Kategori	Yanlış	Doğru	Doğru	Y-D-D
3. Kategori	Yanlış	Yanlış	Doğru	Y-Y-D
4. Kategori	Doğru	Yanlış	Doğru	D-Y-D
5. Kategori	Doğru	Yanlış	Yanlış	D-Y-Y
6. Kategori	Yanlış	Kısmen doğru	Doğru	Y-KD-D
7. Kategori	Doğru	Kısmen doğru	Doğru	D-KD-D
8. Kategori	Yanlış	Yanlış	Yanlış	Y-Y-Y

Öğretmen adaylarından bazılarının 2. soru tipindeki hiperkonjugasyon sıralama kartlarına vermiş oldukları cevap örnekleri ve ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir;



ÖA-19'un sıralama kartına verdiği cevaplar incelendiğinde; rezonans yanıtını verdiği için kısmen doğru ve açıklamasını da bu doğrultuda yaptığı için kısmen doğru kategorisinde yer almıştır. Bu nedenle "Kısmen doğru, kısmen doğru (KD-KD)" kategorisinde yer almıştır.

ÖA-19'un sıralama kartındaki ikinci kısma bakıldığında; birinci ve ikinci adımı verilen moleküller arasındaki ok gösterimini doğru şekilde belirttiği, ancak ok gösteriminin nedenini belirtmesine bakıldığında elde edilen sınıflandırmanın yanlış olarak ele alındığı görülmüştür. Son bölüme bakıldığında ise; öğretmen adayı birinci molekülün üzerindeki ok gösterimlerini doğru bir şekilde yapmıştır. Bu nedenle “doğru, doğru, doğru (D-Y-D)” kategorisinde yer almıştır.

3.5.1.7 Üçüncü Soru Tipindeki Rezonans Sınır Formüllerinden Yapıya Katkısı Büyük Olanın Belirlenmesine Ait Verilerin Analizi

3. soru tipinde yer alan rezonans sınır formüllerinden moleküllerin rezonans yapıya katkısının en büyük olanın seçilmesi ve seçerken ortaya koyduğu özelliği veya nedenini açıklayabilme olmak üzere iki ayrı nokta incelenmiştir. Kimya öğretmen adaylarının verdikleri yanıtları kategorize edildiğinde toplamda 4 adet farklı kategori olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu sınıflandırma aşağıdaki tabloda detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 17: 3. Soru Tipindeki Rezonans Sınır Formüllerinden Yapıya Katkısı Büyük Olanın Belirlenmesinin Kategori Analizi

	Rezonans Yapıya Katkısı Büyük Olanın Seçimi	Açıklama	Kısa Gösterimi
1. Kategori	Doğru	Doğru	D-D
2. Kategori	Doğru	Yanlış	D-Y
3. Kategori	Yanlış	Yanlış	Y-Y
4. Kategori	Boş	Boş	B-B

3.5.2 Sesli Görüşme Tekniğinin Veri Analizi

Araştırmada elde edilen görüşme verilerin analizi için “içerik analizine başvurulmuştur. Bu kısımda elde edilen görüşme kayıtları araştırmacı tarafından yazılı hale getirilip incelendikten sonra kategorize edilmiştir. Kimya öğretmen adaylarının rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularından oluşan sıralama kartlarına verdikleri cevaplar, bu cevapların nedenleri ve ortaya koydukları açıklamalara bakılarak kategoriler oluşturulmuştur. Kategoriler doğrultusunda elde edilen verilerin sonuçlarından kimya öğretmen adaylarının öğrenme zorlukları ortaya çıkarılmıştır. Saptanan öğrenme zorlukları Tablo 50’den 61’e kadar detaylı bir şekilde sunulmuştur.

3.6. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

Araştırmanın geçerliliğini sağlamada elde edilen sonuçlara nasıl varıldığıının açık ve net bir şekilde ifade edilebilmesine başvurulmuştur. Çalışmada sıralama kartlarının hazırlanmasından, elde edilen verilerin analizine kadar süreçte yer alan çalışmaların tamamı açık ve anlaşılabilir şekilde sunulmuştur. Bu amaçla görüşmelerden elde edilen verilere öğretmen adaylarının ifadelerinden alıntılar yapılarak yer verilmiştir. Sıralama kartlarının hazırlanmasında uzman görüşü alınması ve pilot çalışmanın yapılması araştırmanın geçerliliğini arttıran unsurlar arasındadır.

Araştırmanın güvenirliliğini ise çalışmanın sonuçlarının ve ortaya çıkarılan verilerin analizlerinin doğruluğu önemli unsurlardandır. Nitel verilerde elde edilen bilgilerin sade ve anlaşılır bir şekilde olması için örnekler, görüşler, tablolar ve şekiller açık bir dille yansıtılmıştır. Çalışmanın güvenirliliği bir başka araştırmacı tarafından benzer bir çalışma yürütüldüğünde benzer sonuçların elde edilebilmesidir. Bu amaç doğrultusunda asıl çalışma öncesinde kimya öğretmen adaylarıyla bir pilot çalışma yürütülmüştür. Bu pilot çalışma ile uygulamanın süresi ve veri toplama araçlarının güvenirliliğinin artırılması amaçlanmıştır. Araştırmada aynı zamanda hem sıralama kartlarından elde edilen veriler hem de görüşmeden elde edilen veriler araştırmacı ve bir uzman tarafından birbirinden bağımsız olarak analiz edilmiş ve Miles ve Huberman (1994) uyum yüzdesi hesaplanmıştır. Buna göre sıralama kartları için uyum yüzdesi 0.83 çıkarken; görüşme verileri için bu oran 0.88 olarak hesaplanmıştır. Uyum yüzdesinin 0.70 üzeri değerlerin Miles ve Huberman tarafından güvenilir olarak kabul edilir.

3.7. Araştırmacının Rolü

Yapılan araştırmada rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularından oluşan sıralama kartlarının uygulaması 20 kimya öğretmen adayıyla uygulanması araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Uygulama sürecinde öğretmen adaylarıyla yürütülen bireysel görüşmeler araştırmacının kendi katılımıyla gerçekleştirilmiş olup, elde edilen bütün verilerin toplanması ve analizi bizzat araştırmacı tarafından yürütülmüştür.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Araştırmanın birinci alt problemi doğrultusunda öncelikle kimya öğretmen adaylarının sıralama kartlarına verdikleri cevapların betimsel analizi yapılmıştır. Tablo 18 ve 19'da 1. soru tipinde yer alan rezonans olayının tanımlamasına yönelik betimsel analiz sonuçları sunulmuştur.

Tablo 18: 1. Soru Tipindeki Rezonans Sıralama Kartlarının Betimsel Analizi

	1		2		3		4		5		6		7	
	Kategori D-KD-Y		Kategori D-D-D		Kategori Y-KD-Y		Kategori D-D-KD		Kategori Y-Y-KD		Kategori Y-Y-Y		Kategori D-KD-D	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Soru	1	5,0	1	5,0	-	-	2	10,0	1	5,0	1	5,0	4	20,0
2. Soru	2	10,0	2	10,0	-	-	-	-	4	20,0	-	-	2	10,0
3. Soru	-	-	2	10,0	1	5,0	1	5,0	1	5,0	-	-	5	25,0
4. Soru	2	10,0	1	5,0	2	10,0	1	5,0	1	5,0	1	5,0	2	10,0
5. Soru	2	10,0	1	5,0	-	-	2	10,0	1	5,0	-	-	1	5,0

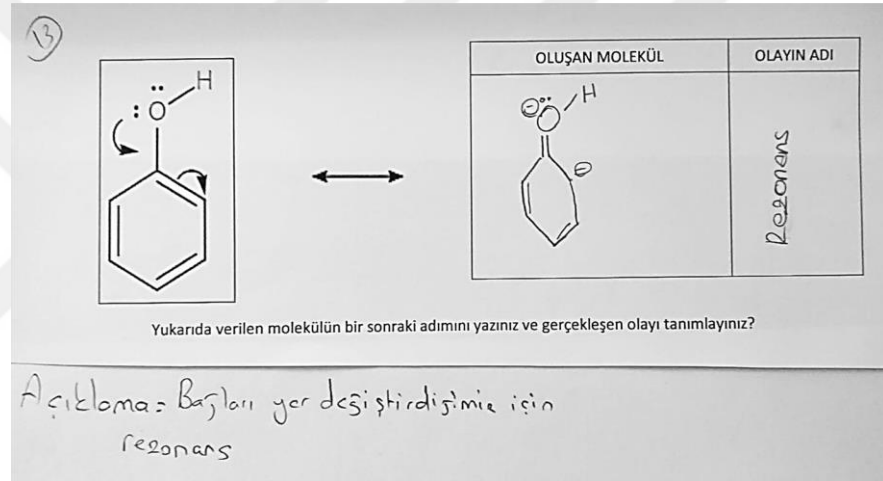
Tablo 19: Tablo 18'in Devamı

	8		9		10		11		12		13		14	
	Kategori D-D-Y		Kategori Y-KD-D		Kategori B-B-B		Kategori Y-Y-D		Kategori D-KD-KD		Kategori Y-D-KD		Kategori Y-KD-KD	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Soru	-	-	-	-	-	-	-	-	7	35,0	1	5,0	2	10,0
2. Soru	-	-	-	-	-	-	-	-	7	35,0	-	-	3	15,0
3. Soru	-	-	4	20,0	1	5,0	3	15,0	1	5,0	-	-	1	5,0
4. Soru	2	10,0	-	-	-	-	-	-	5	25,0	-	-	3	15,0
5. Soru	-	-	-	-	2	10,0	-	-	7	35,0	-	-	4	20,0

Tablo 18 ve 19 incelendiğinde öğretmen adaylarının rezonans ile ilgili verdikleri cevaplardan toplamda 14 ayrı kategori ortaya çıkmıştır. Bu kategoriler içerisinde öğretmen adaylarının en yüksek cevap yüzdesinin 7. ve 12. kategoriler olduğu belirlenmiştir. Bu iki

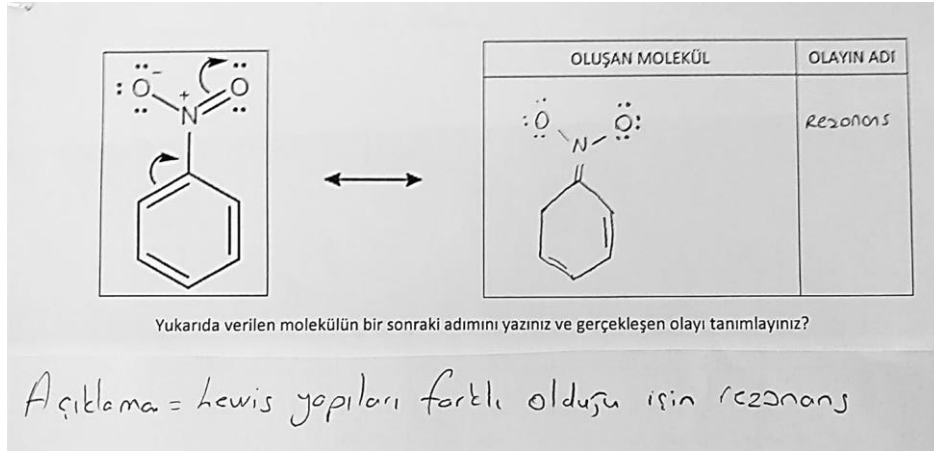
kategori incelendiğinde öğretmen adaylarının rezonans olayının adının tanımlamasında doğru cevap verirken, rezonans olayını açıklamada ve bir sonraki adımını yazmada eksikliklerinin olduğu görülmektedir.

Rezonans ile ilgili olan bu sorular tek tek incelendiğinde fenol molekülünün yer aldığı 1. soruda öğretmen adaylarının en yüksek cevabının % 35,0 ile 12. kategoride (D-KD-KD) yer aldığı görülmektedir. Bu kategoride yer alan öğretmen adaylarının rezonansı doğru tanımladığı ama olayın açıklaması ve bir sonraki adımda rezonans sınır formülünü oluştururken eksik noktalarının bulunduğu görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-2'nin cevabı şu şekildedir;



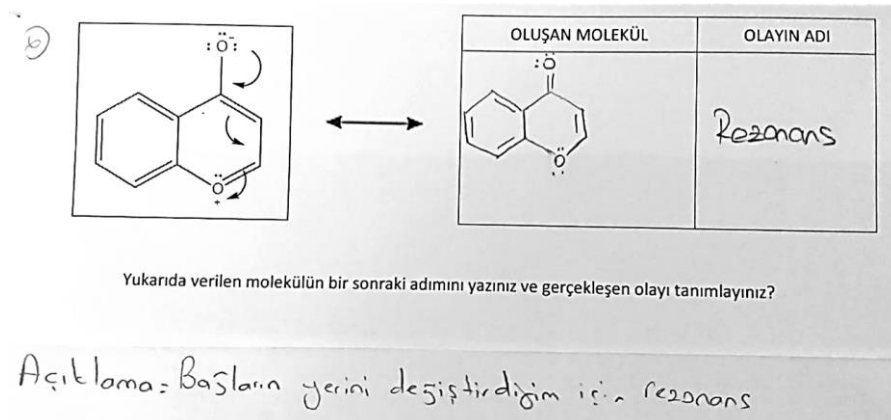
ÖA-2 verilen bu moleküldeki rezonans olayını doğru tanımlamış, ancak rezonans olayını açıklarken rezonansı temelde sadece bağların yer değiştirmesi olarak belirttiği için kısmen doğru kategorisinde yer almıştır. Öğretmen adayı bir sonraki adımında rezonans sınır formülü yaparken formal yükleri eksik belirttiği için kısmen doğru kategorisinde yer alması uygun görülmüştür.

Rezonans ile ilgili 2. molekül olan nitrobenzen molekülünün yer aldığı soru da ise; öğretmen adaylarının en yüksek cevap yüzdesinin %35 ile 12. kategoride (D-KD-KD) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde öğretmen adaylarının rezonans olayını tanımlanmasını doğru yaparken, açıklamada ve öğretmen adaylarının nitrobenzenin bir sonraki adımını oluşturmada bazı eksikliklerin olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının biri olan ÖA-15'in cevabı şu şekildedir;



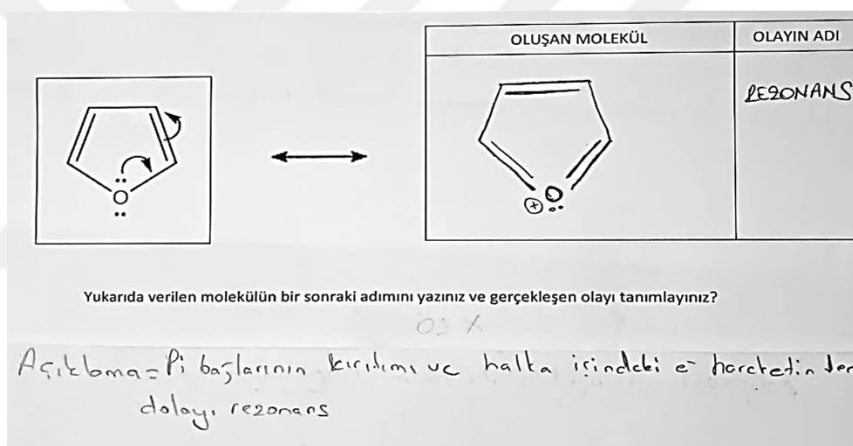
ÖA-15 verilen bu moleküldeki rezonans olayını doğru tanımlamış, ancak rezonans olayını açıklarken rezonansı temelde sadece Lewis yapılarının farklı olması olarak belirttiği için kısmen doğru kategorisinde yer almıştır. Öğretmen adayının bir sonraki adımda rezonans sınır formülünü oluştururken formal yüklerin belirlenmesinde ve π elektronlarının konumunun belirtilmesinde eksiklerinin olduğu görülmektedir.

Rezonans ile ilgili olan Kromon molekülündeki cevaplar incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek cevabının % 25,0 ile 7. kategoride (D-KD-D) yer aldığı görülmektedir. Bu kategoride yer alan öğretmen adaylarının rezonansı doğru şekilde tanımladıkları, olayın açıklamasında belirli noktalarda eksikliklerin olduğu ve bir sonraki adımında rezonans sınır formülünü oluştururken doğru bir şekilde yaptıkları görülmüştür. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-12'nin cevabı şu şekildedir;



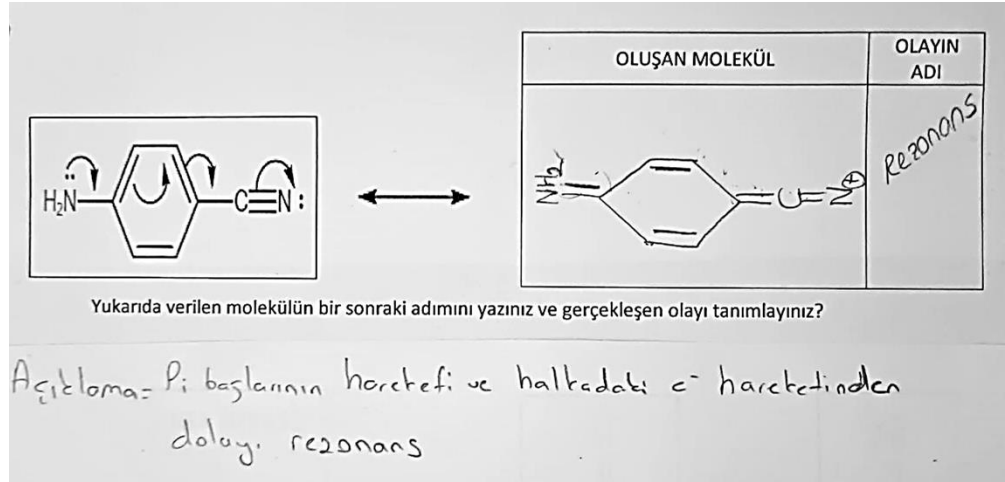
ÖA-12 verilen bu moleküldeki rezonans olayını doğru tanımladığı, ancak rezonans olayını açıklarken rezonansı temelde sadece bağların yer değiştirmesi olarak belirttiği için kısmen doğru kategorisinde yer almıştır. Öğretmen adayının bir sonraki adımda rezonans sınır formülünü doğru bir şekilde oluşturabildiği görülmektedir.

Rezonans ile ilgili olan bir diğer Furan molekülüne verilen cevaplar incelendiğinde; öğretmen adaylarının en yüksek cevabının % 25,0 ile 12. kategori (D-KD-KD) olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının bu kategoriden sonraki yüksek yüzdeli diğer cevabı ise %10 ile 8. kategori (D-D-Y) olduğu anlaşılmaktadır. Bu kategoride öğretmen adayları rezonansı tanımlamayı ve açıklamasını doğru şekilde yaparken; bir sonraki adımda rezonans sınır formülünü yanlış bir şekilde oluşturdukları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-6'nın cevabı şu şekildedir;



ÖA-6 verilen bu moleküldeki rezonans olayını doğru tanımlarken, rezonans olayının açıklamasında rezonansı π bağlarının kırılması ve halka içinde elektron hareketi olarak ifade etmesinden dolayı doğru kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Öğretmen adayının bir sonraki adımda rezonans sınır formülünü oluştururken verilen molekülün bağlarına bakmadan fazladan π bağı eklemesi, moleküldeki atomların formal yüklerini yanlış yapmanın yanında elektron hareketini de yanlış gösterdiği anlaşılmaktadır.

Rezonans ile ilgili son molekül olan 4-Aminobenzonitril molekülüne verilen cevaplar incelendiğinde; öğretmen adaylarının en yüksek cevapların % 35,0 ile 12. kategori (D-KD-KD) ve %10 ile 4. kategori (D-D-KD) olduğu anlaşılmaktadır. Bu kategorilerden 4. kategori incelendiğinde; öğretmen adaylarının rezonansı ve rezonans olayının açıklamasını doğru tanımladıkları ve bir sonraki adımda rezonans sınır formülünü oluştururken belirli eksiklikler yaptığı görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-9'un cevabı şu şekildedir.



ÖA-9'un verilen bu moleküldeki rezonans olayını doğru tanımladığı, rezonans olayının açıklanmasında π bağlarının hareketine ve halkadaki elektron hareketine yer vermesi nedeniyle rezonansı birden fazla özellik ile ele aldığını göstermektedir. Öğretmen adayının bir sonraki adımda rezonans sınır formülünü oluştururken, atomların formal yüklerin belirlenmesinde ve π elektronlarının hareketini belirtmede eksiklerinin olduğu görülmektedir.

Araştırmanın ikinci alt problemi doğrultusunda öğretmen adaylarının verilen moleküllerdeki rezonans kavramını hangi özellikleri dikkate alarak tanımladıkları incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar sesli görüşme tekniğinden elde edilen verilerle analiz edilmiş ve Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20: 1. Soru Tipindeki Rezonans Kavramına İlişkin Verilen Doğru Cevaplar ve Dikkate Alınan Özellikler

	Öğretmen Adaylarının Doğru Cevapları	Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler
1.SORU	ÖA-1 “... π bağlarının ve ortaklanmamış elektronların hareketi ve bağların yer değiştirmesinden dolayı rezonans...”	➤ π bağlarının ve bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin konumunun değişmesi ➤ Bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin delokalizasyona katılması
	ÖA-2 “...oksijen atomu üzerindeki elektron çiftinin bağ yapımına katılması ve molekülün farklı şekillenmesindeki değişiklikten dolayı rezonans...”	➤ Lewis yapılarının farklı olması ➤ Bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin delokalizasyona katılması
	ÖA-3 “...ortaklanmamış elektron çifti ve π bağının yer değiştirmesi ile konjuge sistem olması...”	➤ π bağlarının ve bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin konumunun değişmesi ➤ Konjuge sistemin olması
2.SORU	ÖA-5 “...ortaklanmamış elektron çifti ve π bağının yer değiştirmesi ile konjuge sistem olması...”	➤ π bağlarının ve bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin konumunun değişmesi ➤ Konjuge sistemin olması
3.SORU	ÖA-6 “...ortaklanmamış elektron çifti ve π bağının yer değiştirmesi ile konjuge sistem olması...”	➤ π bağlarının ve bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin konumunun değişmesi ➤ Konjuge sistemin olması
	AÖ-7 “...yapıya elektron çiftinin katılması ve π sigma π yapısı olduğu için...”	➤ Konjuge sistemin olması ➤ Bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin delokalizasyona katılması

Tablo 20'in Devamı

4.SORU	ÖA-8 "...ortaklanmamış elektron çifti ve π bağının yer değiştirmesi ile konjuge sistem olması..."	➤ π bağlarının ve bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin konumunun değişmesi
		➤ Konjuge sistemin olması
	ÖA-9 "...elektron geçişleri oldu ve π bağının kırılması delokalizasyon..."	➤ π bağlarının ve bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin konumunun değişmesi
5.SORU		➤ Delokalizasyon
	ÖA-10 "...eşleşmemiş elektron çifti bağa katılması ve bağların hareket etmesi..."	➤ π bağlarının ve bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin konumunun değişmesi
		➤ Bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin delokalizasyona katılması
	ÖA-11 "...ortaklanmamış elektron çifti ve π bağının yer değiştirmesi ile konjuge sistem olması..."	➤ π bağlarının ve bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin konumunun değişmesi
		➤ Konjuge sistemin olması
	ÖA-12 "...ortaklanmamış elektronların bağ yapması ve π bağlarının yer değiştirmesi..."	➤ π bağlarının ve bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin konumunun değişmesi
		➤ Bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin delokalizasyona katılması

Tablo 20 incelendiğinde; rezonans ile ilgili 5 soruda da doğru cevap veren öğretmen adaylarının rezonans ile ilgili iki ya da daha fazla özelliğe vurgu yaptığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının özellikle “konjuge sistemin varlığı”, “ π bağlarının ve bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin konumunun değişmesi” ve “bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin delokalizasyona katılması” özelliklerine daha çok vurgu yaptıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının dikkate aldığı diğer özellik ise “delokalizasyon” ve “Lewis yapılarının farklı olması” olduğu anlaşılmaktadır.

Rezonans ile ilgili moleküllerde kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplarda dikkate aldıkları özellikler Tablo 21’de gösterilmiştir.

Tablo 21: 1. Soru Tipindeki Rezonans Kavramına İlişkin Verilen Kısmen Doğru Cevaplardaki Dikkate Alınan Özellikler

Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldıkları Özellikler	Ortaya Çıktığı Soru									
	1		2		3		4		5	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
π Bağlarının ve Bağ Yapımına Katılmayan Elektron Çiftinin Konumunun Değişmesi	7	22,58	7	22,58	4	12,90	5	16,13	8	25,81
Konjuge Sistemin Olması	1	14,28	3	42,86	1	14,28	1	14,28	1	14,28
Bağ Yapımına Katılmayan Elektron Çiftinin Delokalizasyona Katılması	2	15,38	-	-	5	38,46	4	30,76	2	15,38
Delokalizasyon	2	66,67	1	33,33	-	-	-	-	-	-
π Bağlarının Eşit ve Yapının Nötr Olması	1	25,0	1	25,0	1	25,0	1	25,0	-	-
Lewis Yapılarının Farklı Olması	1	25,0	2	50,0	-	-	-	-	1	25,0
Yeni Bağların Oluşması	-	-	-	-	1	25,0	1	25,0	2	50,0
Bağların ve Elektron Sayısının Değişmemesi	-	-	-	-	-	-	2	100,0	-	-

Tablo 21 incelendiğinde kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının tam doğru cevap veren öğretmen adaylarının da olduğu gibi rezonans kavramını; “ π bağlarının ve bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin konumunun değişmesi” ve “bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin delokalizasyona katılması” özelliklerinin ön plana çıktığı görülmektedir. Bunun yanında “konjuge sistemin olması”, “delokalizasyon”, “ π bağlarının eşit ve yapının nötr olması”, Lewis yapılarının farklı olması”, “yeni bağların oluşması” ve “bağların ve elektron sayısının değişmemesi” özelliklerinin de öğretmen adayları tarafından rezonans kavramını tanımlarken kullanılan özelliklerden olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 22 ve 23'te 1. kategoride yer alan tautomeri olayının tanımlamasına yönelik betimsel analiz sonuçları sunulmuştur.

Tablo 22: 1. Soru Tipindeki Tautomeri Sıralama Kartlarının Betimsel Analizi

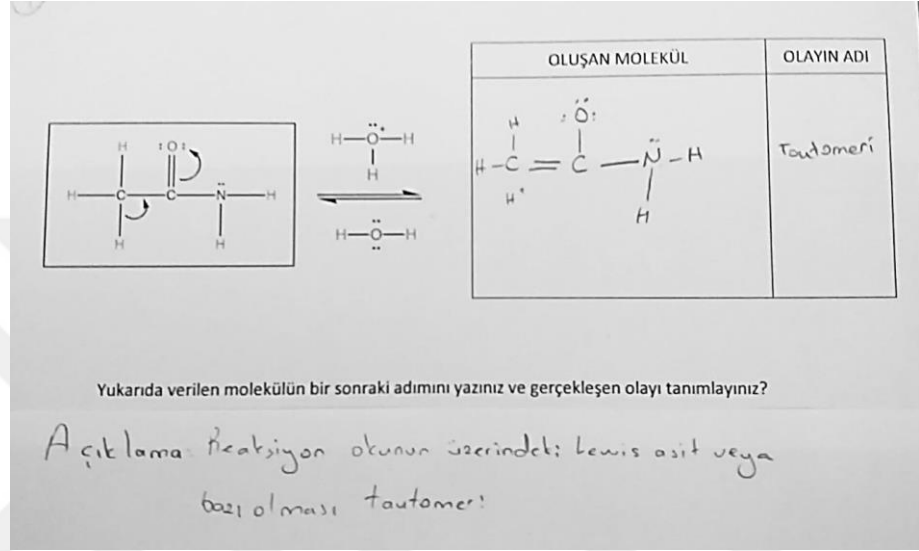
	1		2		3		4		5		6	
	Kategori D-Y-KD		Kategori D-D-D		Kategori D-D-KD		Kategori Y-Y-KD		Kategori Y-Y-Y		Kategori D-KD-D	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Soru	1	5,0	1	5,0	2	10,0	2	10,0	-	-	-	-
2. Soru	-	-	2	10,0	-	-	1	5,0	1	5,0	1	5,0
3. Soru	-	-	2	10,0	-	-	4	20,0	1	5,0	-	-
4. Soru	-	-	3	15,0	-	-	3	15,0	-	-	-	-
5. Soru	-	-	2	10,0	-	-	3	15,0	2	10,0	-	-

Tablo 23: Tablo 22'in Devamı

	7		8		9		10		11		12	
	Kategori B-B-B		Kategori D-KD-KD		Kategori Y-KD-KD		Kategori Y-KD-D		Kategori Y-KD-Y		Kategori D-KD-Y	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Soru	-	-	13	65,0	-	-	1	5,0	-	-	-	-
2. Soru	1	5,0	12	60,0	1	5,0	-	-	1	5,0	-	-
3. Soru	-	-	13	65,0	-	-	-	-	-	-	-	-
4. Soru	-	-	12	60,0	1	5,0	-	-	-	-	1	5,0
5. Soru	-	-	11	55,0	1	5,0	-	-	-	-	1	5,0

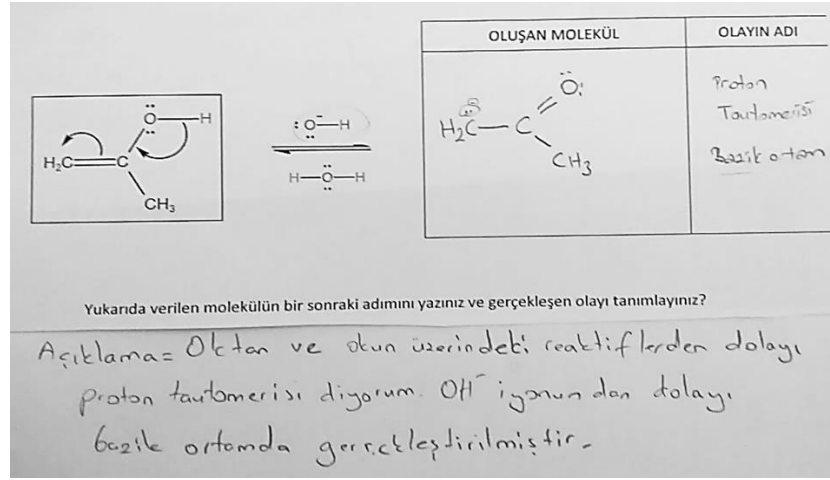
Tablo 22 ve 23 incelendiğinde öğretmen adaylarının tautomeri ile ilgili verdikleri cevaplardan toplamda 12 ayrı kategori çıktığı anlaşılmaktadır. Bu kategoriler içerisinde öğretmen adaylarının en yüksek cevap yüzdesinin 8. kategori (D-KD-KD) olduğu belirlenmiştir. 5 sorunun tamamında da bu kategorinin en yüksek cevap yüzdesinin olması tautomeri konusunda öğretmen adaylarının belirli noktalar da eksikliklerinin olduğunu göstermektedir. Bu kategori incelendiğinde öğretmen adaylarının tautomeri olayının adını tanımlanmasında doğru cevap verirken; tautomeri olayının açıklanmasında ve bir sonraki adımı yazmada eksikliklerinin olduğu anlaşılmaktadır.

Tautomeri ile ilgili olan bu sorular tek tek incelendiğinde 1. soruda öğretmen adaylarının en yüksek cevabının % 65,0 ile 8. kategoride (D-KD-KD) yer aldığı görülmektedir. Bu kategoride yer alan öğretmen adaylarının tautomeriyi doğru tanımladığı, ancak olayın açıklanması ve bir sonraki adımını oluşturmada eksikliklerin olduğu görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-1'in cevabı şu şekildedir;



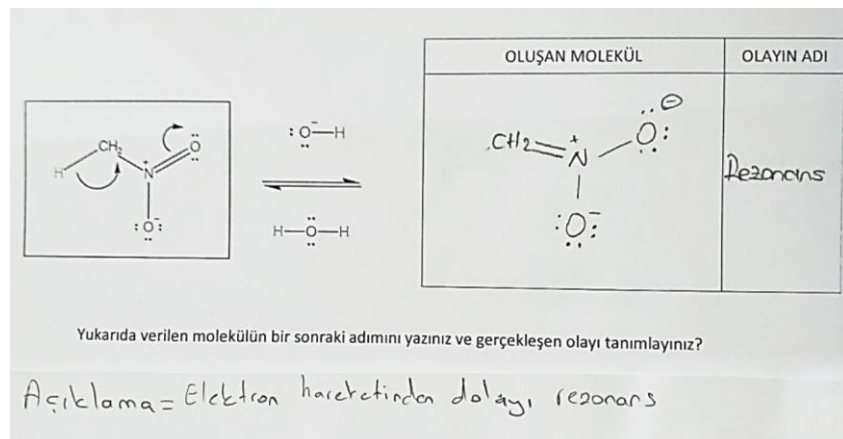
ÖA-1'in açıklamasında tautomeri kavramını doğru tanımladığını, ancak bu kavramı ortamdaki Lewis asidi veya bazına bakarak tanımlayabildiği anlaşılmaktadır. Aynı zamanda öğretmen adayı; oluşan molekülü yazarken karbon atomları arasında π bağı oluşturmuş ancak protonu oksijen atomuna bağlayamamıştır. Öğretmen adayının oluşturduğu molekülde asidik ortamda gerçekleşen bu tepkimenin ara basamaklarını tam olarak dikkate alamadığı; özellikle karbonil grubu oksijeninden protona saldırı şeklinde başlayan ara basamağı tam olarak yapılandıramadığı anlaşılmaktadır. Bu yüzden öğretmen adayının cevabı D-KD-KD kategorisinde yer almıştır.

Tautomeri ile ilgili olan bu sorular tek tek incelendiğinde 2. soruda öğretmen adaylarının en yüksek cevabının yüzde % 60,0 ile 8. kategoride (D-KD-KD) yer aldığı görülmektedir. Bu kategoride yer alan öğretmen adaylarının tautomeriyi doğru tanımladığı, ancak olayın açıklamasında ve bir sonraki adımı oluşturmada eksiklikler yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-3'ün cevabı şu şekildedir;



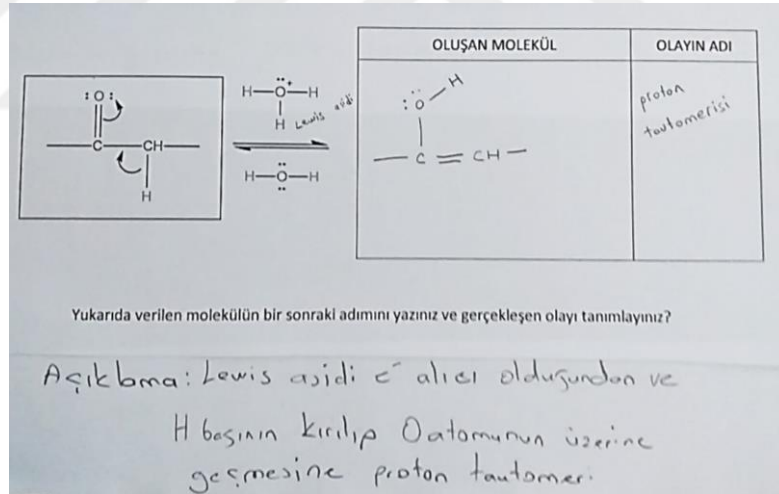
ÖA-3'ün verilen bu moleküldeki tautomeri olayını doğru tanımladığı, tautomeri olayının açıklanmasında ise reaksiyonun arasında kullanılan ok ve üzerindeki reaktiflere bakarak (Lewis asidi ya da bazının olması) tautomeriyi tanımlayabildiği anlaşılmaktadır. Öğretmen adayı bir sonraki adımda üründe protonu karbon atomuna bağlaması gerekirken, protonu bağlayamaması kısmen doğru kategorisinde yer aldığını göstermektedir. Öğretmen adayının oluşturduğu molekülde bazik ortamda gerçekleşen bu tepkimenin ara basamaklarını tam olarak yapılandıramadığı anlaşılmaktadır. Bu yüzden öğretmen adayının cevabı D-KD-KD kategorisinde yer almıştır.

Tautomeri ile ilgili olan bu sorular incelendiğinde 3. soruda öğretmen adaylarının en yüksek cevabının % 65,0 ile 8. kategoride (D-KD-KD) yer aldığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının bir sonraki en yüksek cevap yüzdesinin ise %20 ile 4. kategori (Y-Y-KD) olduğu anlaşılmaktadır. Bu kategoride öğretmen adaylarının tautomeri olayını tanımlama ve açıklamada yanlışlıklar yapmalarının yansıya, bir sonraki adımı yazmada da eksiklikleri mevcuttur. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-10'un cevabı şu şekildedir;



ÖA-10'un verilen bu moleküldeki tautomeri olayını rezonans olarak tanımlarken; açıklamasında da rezonansı açıklamaya çalıştığı anlaşılmaktadır. Bu ortaya koyduğu açıklama tautomeri olayı ile bağlantı kurmadığını göstermektedir. Öğretmen adayının bir sonraki adımı oluştururken formal yüklere dikkat ettiği, ancak daha sonraki adımı oluştururken üründe protonu oksijen atomuna bağlaması gerekirken bağlamaması nedeniyle kısmen doğru kategorisinde yer almıştır. Ayrıca öğretmen adayının bazik ortamda gerçekleşen bu tepkimenin ara basamaklarını tam olarak dikkate alamadığı anlaşılmaktadır. Bu yüzden öğretmen adayının cevabının Y-Y-KD kategorisinde olması uygun görülmüştür.

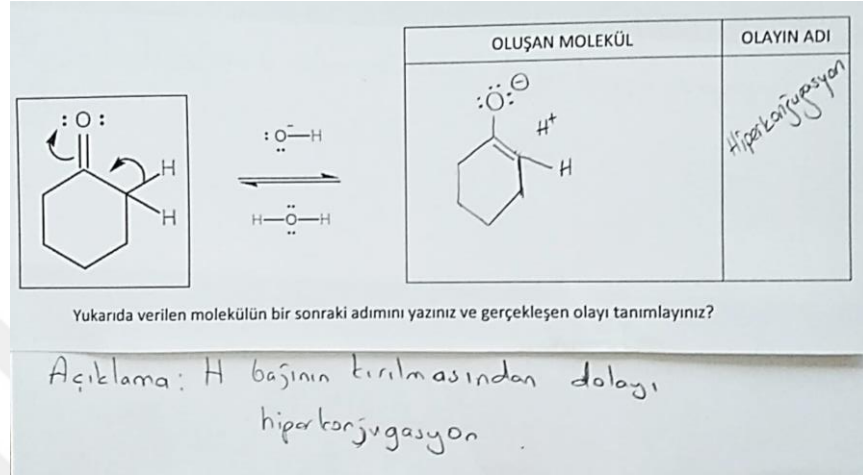
Tautomeri ile ilgili bir diğer soru olan 4. soruda öğretmen adaylarının en yüksek cevabının % 60,0 ile 8. kategoride (D-KD-KD) yer aldığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının diğer sorulara benzer şekilde sonraki en yüksek cevaplarının %15 ile 2. kategori (D-D-D) olduğu görülmektedir. Bu kategoriye bakıldığında ise tautomeri olayını ve açıklamasını doğru bir şekilde sınıflandırabildikleri ve bir sonraki adımı da eksiksiz yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-20'nin cevabı şu şekildedir;



ÖA-20 verilen bu moleküldeki tautomeri olayını doğru tanımlarken; açıklamasında Lewis asidinin elektron alıcı olduğunu ve hidrojen atomunun sigma bağının kırılıp oksijen atomunun üzerine geçmesi olarak açıklama yaptığı anlaşılmaktadır. Öğretmen adayının protonu dikkate alarak oksijen atomuna bağlaması doğru ürünü oluşturabildiğini göstermektedir. Bu yüzden öğretmen adayının cevabı D-D-D kategorisinde yer almıştır.

Tautomeri ile ilgili bir diğer soru olan 5. soruda öğretmen adaylarının en yüksek cevabının % 55,0 ile 8. kategoride (D-KD-KD) yer aldığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının en yüksek cevap yüzdesinin olduğu diğer cevap ise %15 ile 4. kategoridir (Y-Y-

KD). Bu kategoride öğretmen adaylarının tautomeri olayı ve açıklamasında yanlış sınıflandırma yapmalarının yanı sıra bir sonraki adımda da eksiklikler yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-17'nin cevabı şu şekildedir;



ÖA-17 verilen bu moleküldeki tautomeri olayını hiperkonjugasyon olarak tanımlarken, açıklamasını da bu doğrultuda yapmış yanlış kategoride yer almasına neden olmuştur. Bu ortaya koyduğu açıklama tautomeri olayı ile ilgili bağlantı kuramadığını göstermektedir. Öğretmen adayının bir sonraki adımı oluştururken formal yüklere dikkat ettiği, ancak tautomeri için yorumlarken bir sonraki adımı oluşturmada üründe protonu karbon atomuna bağlamayıp protonu açıkta bırakması yapıyı hiperkonjugasyon gibi düşündüğünü ortaya koymaktadır. Bu yüzden öğretmen adayının cevabı Y-Y-KD kategorisinde yer almıştır.

Kimya öğretmen adaylarının tautomeri kavramını tautomerinin hangi özelliklerini dikkate alarak tanımladıkları da incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar sesli görüşme tekniğinden elde edilen verilerle de analiz edilmiş ve Tablo 24'te sunulmuştur.

Tablo 24: 1. Soru Tipindeki Tautomeri Kavramına İlişkin Verilen Doğru Cevaplar ve Dikkate Alınan Özellikler

	Öğretmen Adaylarının Doğru Cevapları	Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler
1. SORU	ÖA-1 "...Lewis asidi elektron alıcı olduğundan hidrojen atomu koparılıp başka atoma bağlanması..."	➤ Reaksiyon okunun üzerindeki Lewis asit veya bazının olması ➤ Bağların konumunun değişmesi ➤ Hidrojen atomunun kopup bağ yapımına katılması
	ÖA-2 "...atomların yeri değişti ve elektron hareketi sonucunda tautomeri..."	➤ Bağların konumunun değişmesi ➤ Elektron delokalizasyonu
	ÖA-3 "...karbonil grubunun yanında alfa karbonun yer değiştirmesi ve konjuge bir sistem kurması..."	➤ π bağlarının ve bağ yapımına katılmayan elektron çiftinin konumunun değişmesi ➤ Konjuge sistemin olması
2. SORU	ÖA-5 "...atomların yeri değişti ve elektron hareketi sonucunda..."	➤ Bağların konumunun değişmesi ➤ Elektron delokalizasyonu
	ÖA-6 "...Lewis asidi elektron alıcı olduğundan hidrojen atomu koparılıp başka atoma bağlanması..."	➤ Reaksiyon okunun üzerindeki Lewis asit veya bazının olması ➤ Hidrojen atomunun kopup bağ yapımına katılması ➤ Bağların konumunun değişmesi
3. SORU	ÖA-7 "...atomların yeri değişti ve elektron hareketi sonucunda..."	➤ Bağların konumunun değişmesi ➤ Elektron delokalizasyonu
	ÖA-8 "...Lewis asidi elektron alıcı olduğundan hidrojen atomu koparılıp başka atoma bağlanması..."	➤ Reaksiyon okunun üzerindeki Lewis asit veya bazının olması ➤ Hidrojen atomunun kopup bağ yapımına katılması ➤ Bağların konumunun değişmesi

Tablo 24'un Devamı

4.SORU	ÖA-10 "...Lewis asidi elektron alıcı olduğundan hidrojen atomu koparılıp başka atoma bağlanması..."	➤ Reaksiyon okunun üzerindeki Lewis asit veya bazının olması ➤ Hidrojen atomunun kopup bağ yapımına katılması ➤ Bağların konumunun değişmesi
	ÖA-11 "...atomların yeri değişti ve elektron hareketi sonucunda..."	➤ Bağların konumunun değişmesi ➤ Elektron delokalizasyonu
	ÖA-12 "...hidrojen bağının kırılıp başka atomu bağlanması..."	➤ Hidrojen atomunun kopup bağ yapımına katılması ➤ Bağların konumunun değişmesi
5.SORU	ÖA-10 "...Lewis bazı elektron alıcı olduğundan hidrojen atomu koparılıp başka atoma bağlanması..."	➤ Reaksiyon okunun üzerindeki Lewis asit veya bazının olması ➤ Hidrojen atomunun kopup bağ yapımına katılması ➤ Bağların konumunun değişmesi
	ÖA-11 "...atomların yeri değişti ve elektron hareketi sonucunda..."	➤ Bağların konumunun değişmesi ➤ Elektron delokalizasyonu

Tablo 24 incelendiğinde; tautomeri ile ilgili 5 soruda da doğru cevap veren öğretmen adaylarının tautomeri ile ilgili iki ya da daha fazla özelliğe vurgu yaptığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının özellikle "*reaksiyon okunun üzerindeki Lewis asidinin veya bazının olması*" ve "*hidrojen atomunun kopup bağ yapımına katılması*" özelliklerini daha çok vurguladıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının dikkate aldığı diğer özellikler ise "*bağların konumunun değişmesi*" özelliği olduğu anlaşılmaktadır. Öğretmen adaylarının özellikle kısmen doğru cevaplardan farklı olarak "*elektron delokalizasyonu*" ve "*konjuge sistemin olması*" özelliklerini dikkate aldıkları anlaşılmaktadır.

Tautomeri ile ilgili moleküllerde kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplarda dikkate aldıkları özellikler Tablo 25'te gösterilmiştir.

Tablo 25: 1. Soru Tipindeki Tautomeri Kavramına İlişkin Verilen Kısmen Doğru Cevaplardaki Dikkate Alınan Özellikler

Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldıkları Özellikler	Ortaya Çıktığı Soru									
	1		2		3		4		5	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Reaksiyon okunun üzerindeki lewis asit veya bazının olması	9	19,15	11	23,40	7	14,89	11	23,40	9	19,14
Bağların konumunun değişmesi	-	-	1	100,0	-	-	-	-	-	-
Hidrojen atomunun bağ yapımına katılmaması	2	16,67	2	16,67	5	41,66	1	8,33	2	16,67
Hidrojen atomunun kopup bağ yapımına katılması	1	12,5	2	25,0	1	12,5	2	25,0	2	25,0

Tablo 25 incelendiğinde kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının tam doğru cevap veren öğretmen adayların da olduğu gibi, tautomeri kavramında “*reaksiyon okunun üzerindeki Lewis asidi veya bazı olması*” ve “*hidrojen atomunun kopup bağ yapımına katılması*” özelliklerini dikkate aldıkları anlaşılmaktadır. Bunun yanında “*bağların konumunun değişmesi*” ve “*hidrojen atomunun bağ yapımına katılmaması*” özelliklerinin de öğretmen adayları tarafından tautomeri kavramını tanımlarken kullanılan özelliklerden olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 26 ve 27’de 1 kategoride yer alan hiperkonjugasyon olayının tanımlamasına yönelik betimsel analiz sonuçları sunulmuştur.

Tablo 26: 1. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Sıralama Kartlarının Betimsel Analizi

	1 Kategori Y-KD-Y		2 Kategori D-D-D		3 Kategori KD-Y-D		4 Kategori D-D-KD		5 Kategori Y-Y-KD		6 Kategori KD-KD-D		7 Kategori D-KD-D		8 Kategori D-D-Y	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Soru	1	5,0	2	10,0	1	5,0	2	10,0	1	5,0	1	5,0	2	10,0	-	-
2. Soru	-	-	-	-	1	5,0	3	15,0	1	5,0	1	5,0	1	5,0	-	-
3. Soru	-	-	2	10,0	-	-	-	-	-	-	1	5,0	5	25,0	2	10,0

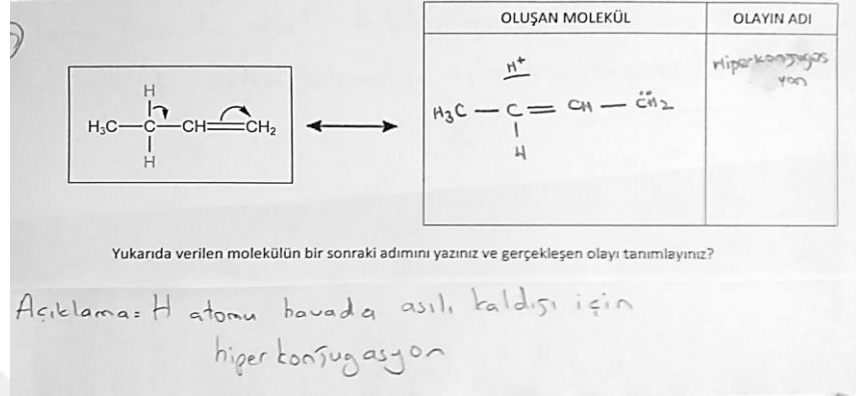
Tablo 27: Tablo 26’in Devamı

	9 Kategori D-Y-D		10 Kategori B-B-B		11 Kategori D-KD-Y		12 Kategori D-KD-KD		13 Kategori Y-KD-KD		14 Kategori KD-Y-KD		15 Kategori KD-KD-KD	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Soru	-	-	-	-	1	5,0	6	30,0	-	-	2	10,0	1	5,0
2. Soru	-	-	3	15,0	-	-	5	25,0	3	15,0	-	-	2	10,0
3. Soru	1	5,0	-	-	-	-	5	25,0	1	5,0	-	-	3	15,0

Tablo 26 ve 27 incelendiğinde; öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon ile ilgili verdikleri cevaplardan toplamda 15 ayrı kategori ortaya çıktığı görülmektedir. Bu kategoriler içerisinde öğretmen adaylarının en yüksek cevap yüzdesinin 12. kategori (D-KD-KD) olduğu belirlenmiştir. 12. kategori incelendiğinde; öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon olayının adının tanımlanmasında doğru cevap verirlerken, hiperkonjugasyon olayının açıklamasını ortaya koymada farklı açıklamalara yöneldikleri ve bir sonraki adımı yazmada eksikliklerinin olduğu görülmektedir.

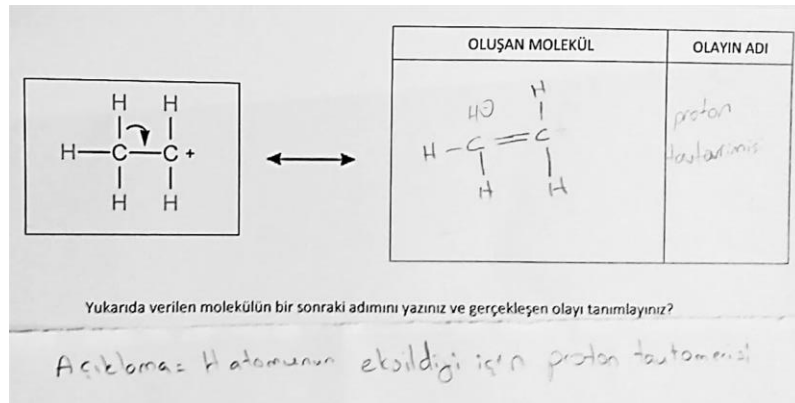
Hiperkonjugasyon ile ilgili olan bu sorular tek tek incelendiğinde 1. sorudaki öğretmen adaylarının en yüksek cevabının % 30,0 ile 12. kategoride (D-KD-KD) yer aldığı görülmektedir. Bu kategoride yer alan öğretmen adaylarının hiperkonjugasyonu doğru

tanımladıkları ama olayın açıklamasında ve bir sonraki adımı oluşturmada eksiklikler yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-4'ün cevabı şu şekildedir;



ÖA-4'ün verilen bu moleküldeki hiperkonjugasyon olayını doğru olarak tanımlamasına karşın, açıklamasına bakıldığında hidrojen atomunun havada asılı kalması şeklinde yorumladığı ve bir sonraki adımı oluştururken formal yükleri dikkate almadığı anlaşılmaktadır.

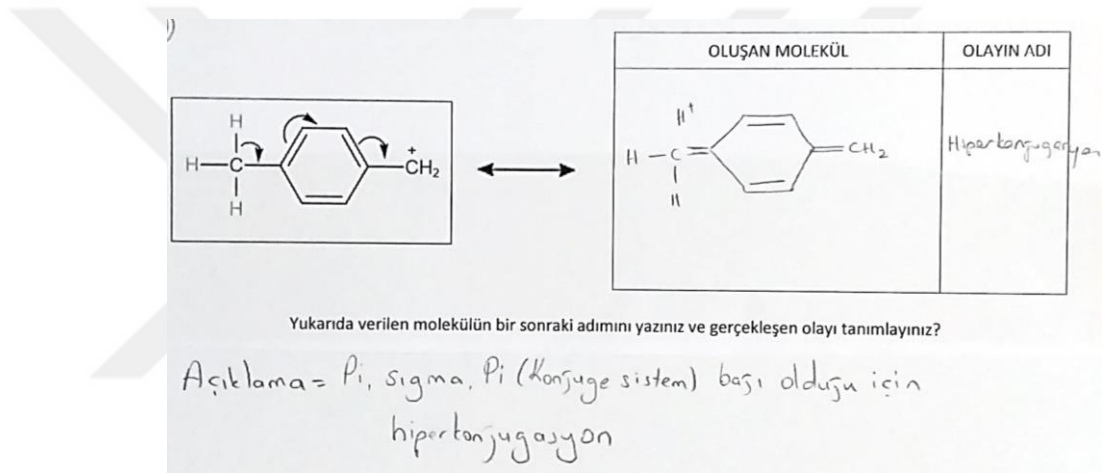
Hiperkonjugasyon ile ilgili olan bir diğer soru olan 2. soruda öğretmen adaylarının en yüksek cevabının % 25,0 ile 12. kategoride (D-KD-KD) yer aldığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının cevaplarının yoğunlaştığı diğer kategori %15,0 ile 13. kategori (Y-KD-KD) olmuştur. Bu kategoride öğretmen adayları hiperkonjugasyon olayını yanlış tanımlarken, açıklama ve bir sonraki adımı yazmada da eksiklerinin olduğu anlaşılmaktadır. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-11'in cevabı şu şekildedir;



ÖA-11, verilen bu moleküldeki hiperkonjugasyon olayını tautomeri olarak tanımlarken, açıklamasına bakıldığında hidrojen atomunun eksilmesi şeklinde yorumlaması nedeniyle hiperkonjugasyon için kısmi doğru kategorisinde yer almıştır. Öğretmen adayının

bir sonraki adımı oluştururken hidrojenin formal yükünde hata yapması nedeniyle kısmen doğru kategorisinde yer aldığı anlaşılmaktadır. Bu yüzden öğretmen adayının cevabının Y-KD-KD kategorisinde olması uygun görülmüştür.

Hiperkonjugasyon ile ilgili olan bir diğer soru olan 3. soruda öğretmen adaylarının en yüksek cevabının % 25,0 ile 12. kategoride (D-KD-KD) yer aldığı görülmektedir. Öğretmen adayların bir diğer yüksek oranlı cevabının ise %25 ile 7. kategori (D-KD-D) olduğu anlaşılmaktadır. Bu kategoriye bakıldığında hiperkonjugasyon olayının doğru tanımlandığı, ancak olayın açıklamasında eksikliklerin yapıldığı, bir sonraki adımda ise eksikliklerin olmadığı görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-8'in cevabı şu şekildedir;



ÖA-8'in verilen bu moleküldeki hiperkonjugasyon olayını doğru şekilde tanımlarken, olayın açıklamasına sadece konjuge sisteme vurgu yaparak açıkladığı anlaşılmaktadır. Öğretmen adayı bir sonraki adımı oluştururken hem formal yükleri hem de elektron hareketini doğru bir şekilde gösterebildiği için (D-KD-D) kategorisinde yer almıştır.

Kimya öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon kavramını hangi özellikleri dikkate alarak tanımladıkları da incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar sesli görüşme tekniğinden elde edilen verilerle de analiz edilmiş ve Tablo 28'de sunulmuştur.

Tablo 28: 1. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Kavramına İlişkin Doğru Cevapları ve Dikkate Alınan Özellikler

	Öğretmen Adaylarının Doğru Cevapları	Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler
1.SORU	ÖA-1 "...hidrojen bağının kırılıp pi bağının oluşumuna katılması ve bağların yer değiştirmesi..."	➤ Hidrojen atomunun bağa katılması ➤ Bağların konumunun değişmesi ➤ π bağı oluşumu
	ÖA-3 "...sigma bağının kırılması ve hidrojen atomunun kırılıp bağa katılması ve atomların yer değiştirmesi..."	➤ Hidrojen atomunun bağa katılması ➤ Bağların konumunun değişmesi
2.SORU	ÖA-5 "...hidrojen bağının kırılması pi bağının oluşumu ve elektron hareketi olması..."	➤ π bağı oluşumu ➤ Elektron hareketi
	ÖA-6 "...hidrojen bağının kopup C-C arasına bağ olarak gelmesi ve elektron hareketi olması..."	➤ Elektron hareketi ➤ Sigma bağının kopması
3.SORU	ÖA-7 "...hidrojen atomunun kırılması ve sigma bağ elektronlarının pi bağının oluşumuna katılması..."	➤ Hidrojen atomunun bağa katılması ➤ Sigma bağ elektronlarının delokalizasyona katılması
	ÖA-14 "...sigma bağının kırılması ve hidrojen atomunun kırılıp bağa katılması ve atomların yer değiştirmesi..."	➤ Hidrojen atomunun bağa katılması ➤ Bağların konumunun değişmesi

Tablo 28 incelendiğinde; hiperkonjugasyon ile ilgili 3 soruda da doğru cevap veren öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon ile ilgili iki ya da daha fazla özelliğe vurgu yaptığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının özellikle “bağların konumunun değişmesi” ve “hidrojen atomunun bağa katılması” özelliklerine daha çok vurgu yaptıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının dikkate aldığı diğer özellikler ise “elektron hareketi”, “ π bağının oluşumu” ve “sigma bağın kopması” şeklindedir.

Hiperkonjugasyon ile ilgili moleküllerde kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplarda dikkate aldıkları özellikler Tablo 29’da gösterilmiştir.

Tablo 29: 1. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Kavramına İlişkin Verilen Kısmen Doğru Cevaplardaki Dikkate Alınan Özellikler

Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler	Ortaya Çıktığı Soru					
	1		2		3	
	f	%	f	%	f	%
H boşlukta kalması(açıkta)	4	26,67	6	40,00	5	33,33
H atomunun bağa katılması	4	44,44	4	44,44	1	11,11
H atomun kopup kaybolması	2	28,57	2	28,57	3	42,86
Konjuge sistem olması	-	-	1	33,33	2	66,67
Bağların konumunun değişmesi	1	33,33	-	-	2	66,67
Elektron hareketi	1	33,33	-	-	2	66,67

Tablo 29 incelendiğinde; kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarında tam doğru cevap veren öğretmen adaylarında da olduğu gibi hiperkonjugasyon kavramını “hidrojen atomunun boşlukta kalması” ve “hidrojen atomunun bağa katılması” şeklinde açıklamaları ön plana çıkmaktadır. Bunun yanında “konjuge sistem olması”, “bağların konumunun değişmesi” ve “elektron hareketi” gibi özelliklerin de öğretmen adayları tarafından hiperkonjugasyon kavramını tanımlamada kullanılan özelliklerden olduğu anlaşılmaktadır.

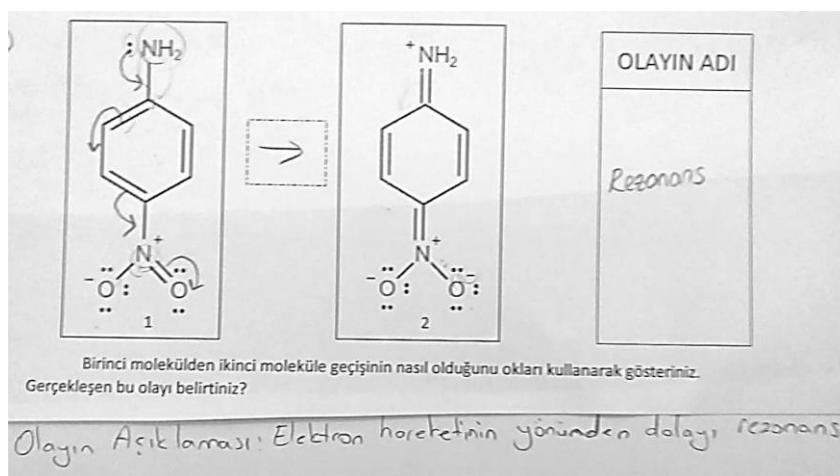
Tablo 30'de 2. kategoride yer alan rezonans kavramının tanımlanması ve açıklamasına yönelik betimsel analiz sonuçları sunulmuştur.

Tablo 30: 2. Soru Tipindeki Rezonans Sıralama Kartlarının Betimsel Analizi

	1		2		3		4	
	Kategori Y-KD		Kategori D-KD		Kategori D-D		Kategori Y-Y	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Soru	3	15,0	11	55,0	4	20,0	2	10,0
2. Soru	4	20,0	10	50,0	3	15,0	3	15,0
3. Soru	5	25,0	11	55,0	3	15,0	1	5,0

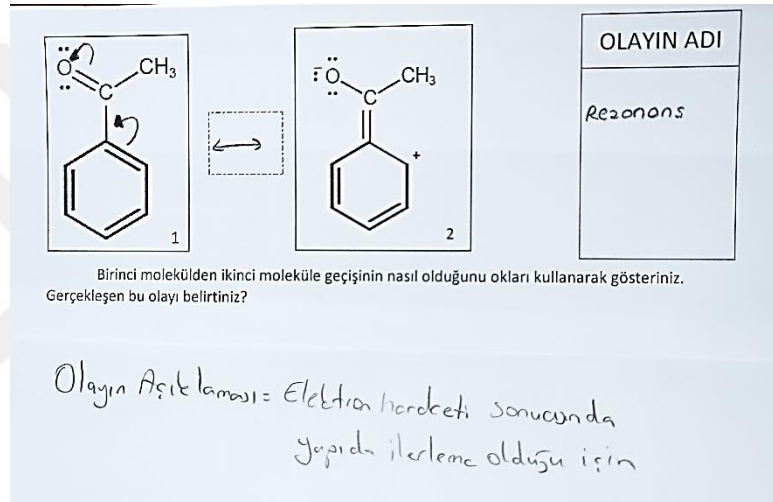
2. kategoride yer alan rezonans sıralama kartları, öğretmen adaylarına verilen molekülleri tanımlamaları ve açıklamaları dikkate alınarak kategorize edilmiştir. Bu kısımda 4 ayrı kategori elde edilmiştir. Bu kategoriler içerisinde öğretmen adaylarının en yüksek cevap yüzdesine sahip oldukları kategorinin 2. kategori (D-KD) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde; öğretmen adaylarının rezonans kavramını doğru bir şekilde tanımladıkları, ancak rezonansın açıklanmasında eksikliklerinin olduğu görülmektedir.

Bu kapsamda; 1. sorudaki molekül incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek cevabının % 55 ile 2. kategoride (D-KD) olduğu belirlenmiştir. 2. kategori incelendiğinde öğretmen adaylarının rezonans kavramını doğru tanımladıkları, ancak açıklama kısmında belirli eksiklikler yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-13'ün cevabı şu şekildedir;



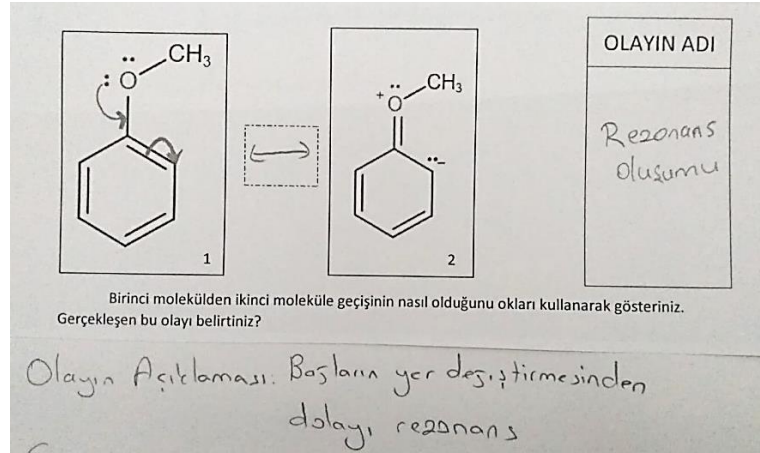
ÖA-13'ün verilen bu moleküldeki rezonans kavramını doğru tanımladığı, ancak rezonans ile ilgili açıklamasına bakıldığında rezonansı sadece elektron hareketi olarak yorumladığı bu nedenle kısmen doğru kategorisinde yer alması gerektiğine karar verilmiştir.

Rezonans ile ilgili 2. sorudaki molekül incelendiğinde, öğretmen adaylarının en yüksek cevabının % 50 ile 2. kategori (D-KD) olduğu belirlenmiştir. 2. kategori incelendiğinde öğretmen adaylarının rezonans kavramını doğru tanımladıkları, ancak rezonans olayının açıklanmasında belirli eksikliklerinin olduğu görülmüştür. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-3'ün cevabı şu şekildedir;



ÖA-3, verilen bu moleküldeki rezonans kavramını doğru tanımlarken, rezonansın açıklamasında rezonansı elektron hareketi olarak yorumlaması nedeniyle kısmen doğru şeklinde kategoriye sahip olduğunu göstermiştir.

Rezonans ile ilgili son molekül olan 3. sorudaki rezonans molekülü incelendiğinde de öğretmen adaylarının en yüksek cevabının % 55 ile 2. kategoriye ait olduğu (D-KD) olduğu belirlenmiştir. Bu kategoriye bakıldığında öğretmen adaylarının rezonans kavramını doğru tanımladıkları ama açıklamasında eksik noktalarının olduğu görülmüştür. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-17'nin cevabı şu şekildedir;



ÖA-17, verilen bu moleküldeki rezonans kavramını doğru tanımlarken, rezonansın açıklanmasında rezonansı bağların yer değiştirmesi olarak yorumlaması öğretmen adayının kısmen doğru kategoriye sahip olduğunu göstermiştir.

Kimya öğretmen adaylarının 2. kategoride yer alan rezonans kavramını hangi özellikleri dikkate alarak tanımladıkları da incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar sesli görüşme tekniğinden elde edilen verilerle analiz edilmiş ve Tablo 31’de sunulmuştur.

Tablo 31: 2. Soru Tipindeki Rezonans Kavramına İlişkin Verilen Doğru Cevaplar ve Dikkate Alınan Özellikler

	Öğretmen Adaylarının Doğru Cevapları	Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler
1.SORU	ÖA-1 “...ortaklanmamış elektron çifti ve π bağının yer değiştirmesiyle birlikte yeni bağların oluşması...”	➤ π bağların ve ortaklanmamış elektronların konumunun değişmesi
		➤ Bağların kırılıp yeni bağların oluşması
	ÖA-4 “...ortaklanmamış elektronların bağ yapısına katılması ve bağların yer değiştirmesi...”	➤ Ortaklanmamış elektronların delokalizasyona katılması
		➤ Bağların kırılıp yeni bağların oluşması
2.SORU	ÖA-1 “...ortaklanmamış elektron çifti ve π bağının yer değiştirmesiyle birlikte yeni bağların oluşması...”	➤ π bağların ve ortaklanmamış elektronların konumunun değişmesi
		➤ Bağların kırılıp yeni bağların oluşması
	ÖA-15 “... π bağı oluşumu ile kırılması ve bir döngü oluşturmaya ve birden fazla şekle sahip olabilen yani kapalı formülleri aynı bağ yapılarının yerlerinin değişmesi...”	➤ Yapının kapalı formülünün aynı olması
		➤ π bağların ve ortaklanmamış elektronların konumunun değişmesi
3.SORU	ÖA-4 “...ortaklanmamış elektronların bağ yapısına katılması ve bağların yer değiştirmesi...”	➤ Ortaklanmamış elektronların delokalizasyona katılması
		➤ Bağların kırılıp yeni bağların oluşması
	ÖA-1 “...ortaklanmamış elektron çifti ve π bağının yer değiştirmesiyle birlikte yeni bağların oluşması...”	➤ π bağların ve ortaklanmamış elektronların konumunun değişmesi
		➤ Bağların kırılıp yeni bağların oluşması

Tablo 31 incelendiğinde; rezonans ile ilgili 3. soruda doğru cevap veren öğretmen adaylarının rezonans ile ilgili iki ya da daha fazla özelliğe vurgu yaptığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının özellikle “ π bağların ve ortaklanmamış elektronların konumunun değişmesi” ve “bağların kırılıp yeni bağların oluşması” özelliklerine daha çok vurgu yaptıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının dikkate aldığı diğer özellikler ise, “ortaklanmamış elektronların delokalizasyona katılması” ve “yapının kapalı formülünün aynı olması” şeklindedir.

Rezonans ile ilgili moleküllerde kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplarda dikkate aldıkları özellikler ise Tablo 32’de gösterilmiştir.

Tablo 32: 2. Soru Tipindeki Rezonans Kavramına İlişkin Verilen Kısmen Doğru Cevaplardaki Dikkate Alınan Özellikler

Öğretmen Adaylarının Dikkate Alınan Özellikler	Ortaya Çıktığı Soru					
	1		2		3	
	f	%	f	%	f	%
π Bağların ve Ortaklanmamış Elektronların Konumunun Değişmesi	11	40,74	9	33,33	7	25,92
Bağların Kırılıp Yeni Bağların Oluşması	1	11,11	3	33,33	5	55,56
İki Yapının da Yüklerinin Eşit Olması	1	100,0	-	-	-	-
Lewis Gösterimlerinin Farklı Olması	-	-	1	33,33	2	66,67
Halkalı Yapıda Mezomerik Yapının Olması	-	-	-	-	1	100,0
Konjuge Sistemin Olması	1	33,33	1	33,33	1	33,33

Tablo 32 incelendiğinde; kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları ile tam doğru cevap veren öğretmen adaylarının rezonans kavramı ile ilgili “ π bağların ve ortaklanmamış elektronların konumunun değişmesi” ve “bağların kırılıp yeni bağların oluşmasında” şeklinde ortak noktada buluştukları görülmektedir. Bunların yanı sıra “Lewis gösterimlerinin farklı olması”, “halkalı yapıda mezomerik yapı”, “iki yapının da yüklerinin eşit olması” ve “konjuge sistemin olması” gibi özelliklerin de öğretmen adaylarının rezonans kavramını tanımlamada kullandıkları özellikler olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 33 ve 34'te rezonans ili ilgili moleküllerdeki; molekül içi ve moleküller arası ok geçişine ilişkin açıklamaların yer aldığı betimsel analiz sonuçları sunulmuştur.

Tablo 33: 2. Soru Tipindeki Rezonans İlişkin Moleküllerdeki Ok Gösterimi ile İlgili Betimsel Analizi

	1		2		3		4		5	
	Kategori		Kategori		Kategori		Kategori		Kategori	
	Y-KD-Y		Y-Y-Y		Y-Y-D		D-Y-Y		D-KD-Y	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Soru	1	5,0	2	10,0	8	40,0	1	5,0	1	5,0
2. Soru	-	-	4	20,0	3	15,0	1	5,0	-	-
3. Soru	-	-	2	10,0	5	25,0	-	-	1	5,0

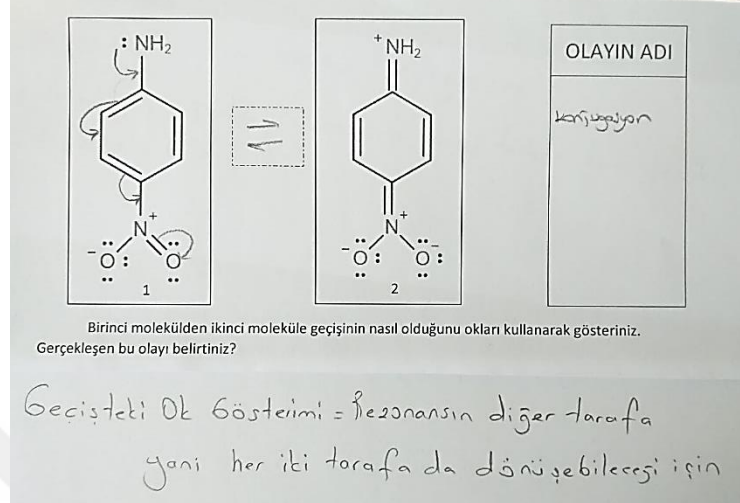
Tablo 34: Tablo 33'in devamı

	6		7		8		9	
	Kategori		Kategori		Kategori		Kategori	
	Y-KD-D		D-KD-D		D-Y-D		Y-D-D	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Soru	1	5,0	1	5,0	4	20,0	1	5,0
2. Soru	3	15,0	3	15,0	5	25,0	1	5,0
3. Soru	2	10,0	1	5,0	8	40,0	1	5,0

Bu bölümdeki rezonans sıralama kartlarında öğretmen adaylarının birinci ve ikinci adımı verilen moleküllerin arasındaki geçişi göstermek için kullanılan ok gösterimlerini yapmaları, geçişteki ok gösterimini açıklamaları ve birinci molekülün içindeki ok gösterimini yapmaları istenmiştir. Bu kısımda toplamda 9 kategori elde edilmiştir. Bu kategoriler incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek cevabının 8. kategori (D-Y-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategoriye bakıldığında birinci ve ikinci adımı verilen moleküllerin arasındaki ok gösterimini doğru tanımladıkları, geçişte kullanılan ok açıklamasında ise yanlış ifade kullandıkları ve birinci molekülün içindeki ok gösterimini doğru yaptıkları görülmektedir.

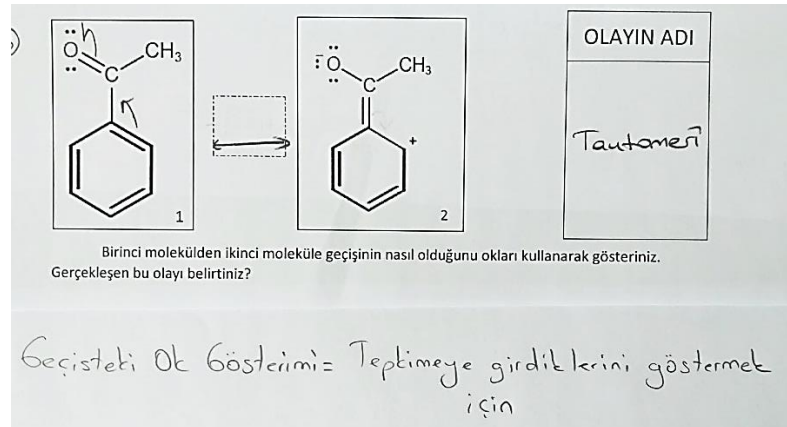
Bu kapsamda yer alan 1. molekül incelendiğinde, öğretmen adaylarının en yüksek cevabının %40 ile 3. kategori (Y-Y-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise; öğretmen adaylarının birinci ve ikinci adımı verilen moleküllerin arasındaki ok gösterimini ve açıklamasını yanlış ifade ettikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının molekül içi ok

gösterimini ise doğru olarak yaptıkları anlaşılmaktadır. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-13'ün cevabı şu şekildedir;



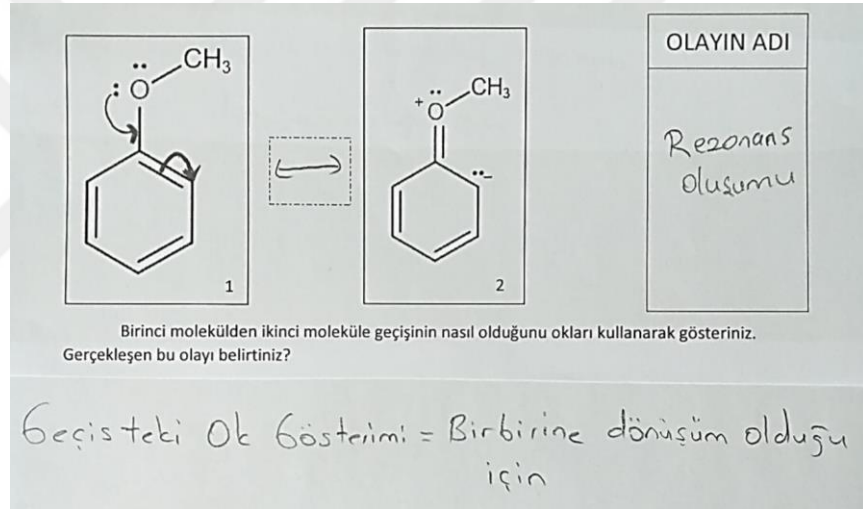
ÖA-13'ün verilen bu moleküldeki geçiş okunu denge oku olarak belirtmesi ve okun açıklamasında da iki taraflı bir dönüşüm olarak alması nedeniyle yanlış kategorisinde yer almıştır. Birinci molekülün içindeki ok gösterimlerini ise doğru bir şekilde gösterebilmiştir.

Rezonans ile ilgili bir diğer soru incelendiğinde; öğretmen adaylarının en yüksek cevabının %25 ile 8. kategori (D-Y-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise; öğretmen adaylarının birinci ve ikinci adımı verilen moleküllerin arasındaki ok gösterimini doğru gösterebildikleri, geçişteki okun açıklamasını yanlış ifade ettikleri ve birinci molekül içindeki ok gösterimlerini doğru olarak yaptıkları anlaşılmaktadır. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-6'nın cevabı şu şekildedir;



ÖA-6, verilen bu moleküldeki moleküller arasındaki geçiş için iki uçlu oku doğru bir şekilde kullanırken; açıklamasında ise “tepkimeye girdikleri” şeklinde ifade etmesi nedeniyle yanlış kategorisinde yer almıştır. ÖA-6, birinci molekülde molekül içindeki ok gösterimini doğru bir şekilde yapılandırabilmiştir.

Rezonans ile ilgili bir diğer molekül olan 3. soruda ise; öğretmen adaylarının en yüksek cevabının diğer soruya benzer şekilde %40 ile 8. kategori (D-Y-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise; öğretmen adaylarının birinci ve ikinci adımı verilen moleküller arasındaki ok gösterimini doğru bir şekilde yaptıkları, geçişteki okun açıklamasını yanlış yaptıkları ve birinci molekül içindeki ok gösterimlerini doğru olarak yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-17’nin cevabı şu şekildedir;



ÖA-17, iki rezonans sınır formülü arasında iki uçlu ok kullanarak doğru bir gösterim yapmış, ancak bu durumu açıklamasını yanlış bir şekilde belirtmiştir. Öğretmen adayı molekül içindeki eğri okları doğru bir şekilde gösterebilmiştir.

Kimya öğretmen adaylarının rezonans moleküllerinin arasındaki ok gösteriminde hangi özellikleri dikkate alarak tanımladıkları da incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar sesli görüşme tekniğinden elde edilen verilerle de analiz edilmiş ve Tablo 35’te sunulmuştur.

Tablo 35: Rezonans Sınır Formüllerindeki Okların Doğru Gösteriminde Dikkate Alınan Özellikler

	Öğretmen Adaylarının Doğru Cevapları	Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler
1.SORU	ÖA-12 “...ortaklanmamış elektron çiftinin ve π bağının hareketi ile oluşan bu iki yapı gerçek yapıya katkısı bulunduğundan dolayı böyle ok kullandım...”	➤ Ortaklanmamış elektron çiftinin ve π bağının konumunun değişmesi ➤ Gerçek yapıya rezonans sınır formüllerinin katkı sağlaması
2.SORU	ÖA-2 “...iki yapının da gerçek yapıya katkısı bulunması ve bağların hareket etmesinden dolayı böyle ok kullandım...”	➤ Ortaklanmamış elektron çiftinin ve π bağının konumunun değişmesi ➤ Gerçek yapıya rezonans sınır formüllerinin katkı sağlaması
3.SORU	ÖA-2 “...iki yapının da gerçek yapıya katkısı bulunması ve bağların hareket etmesinden dolayı böyle ok kullandım...”	➤ Ortaklanmamış elektron çiftinin ve π bağının konumunun değişmesi ➤ Gerçek yapıya rezonans sınır formüllerinin katkı sağlaması

Tablo 35 incelendiğinde; rezonans ile ilgili 3. soruda doğru cevap veren öğretmen adaylarının rezonans ile ilgili iki ya da daha fazla özelliğe vurgu yaptığı görülmektedir. Öğretmen adaylarından sadece iki öğretmen adayının rezonans da kullanılan oku doğru şekilde tanımladığı görülmektedir. Bu öğretmen adaylarının rezonansı açıklamada dikkate aldıkları özelliklerin gerçek molekülün sınır formüllerinin bir hibrit hali olduğu, yani her bir “*rezonans sınır formülünün gerçek yapıya katkıda bulunduğu*” ve “*ortaklanmamış elektron çiftinin ve π bağının konumunun değişmesi*” şeklinde olduğu anlaşılmaktadır.

Rezonans sınır formülleri arasında ok kullanımına ilişkin kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının dikkate aldıkları özellikler Tablo 36’da gösterilmiştir.

Tablo 36: *Rezonans Sınır Formülünde Okların Gösterimde Kısmen Doğru Yapan Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler*

Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler	Ortaya Çıktığı Soru					
	1		2		3	
	f	%	f	%	f	%
Elektron delokalizasyonu	1	25,0	1	25,0	2	50,0
Elektron sayısının eşit olması	1	50,0	1	50,0	-	-
Bir sonraki adımın gösterilmesi	2	25,0	4	50,0	2	25,0

Tablo 36 incelendiğinde; kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının rezonans moleküllerinin arasındaki ok gösteriminde ağırlıklı olarak “bir sonraki adımı göstermek için” oku kullandıkları anlaşılmaktadır. Bunun yanında “elektron delokalizasyonu” ve “elektron sayısının eşit olması” özelliklerinin de öğretmen adayları tarafından rezonans kavramındaki oku tanımlamada kullanılan özelliklerden olduğu anlaşılmaktadır.

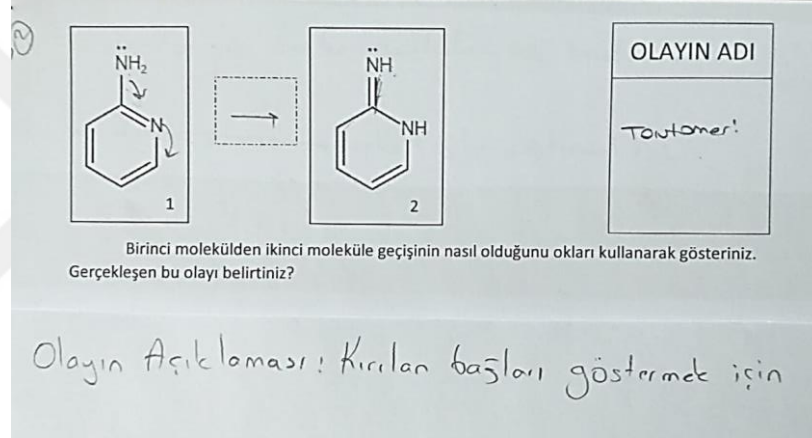
Tablo 37’te 2. soru tipinde yer alan tautomeri olayının tanımlaması ve açıklamasına yönelik betimsel analiz sonuçları sunulmuştur.

Tablo 37: *2. Soru Tipindeki Tautomeri Sıralama Kartlarının Betimsel Analizi*

	1		2		3		4		5		6	
	Kategori Y-KD		Kategori D-KD		Kategori D-D		Kategori Y-Y		Kategori Y-D		Kategori B-B	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Soru	7	35,0	9	45,0	1	5,0	1	5,0	-	-	2	10,0
2. Soru	5	25,0	12	60,0	2	10,0	-	-	1	5,0	-	-
3. Soru	6	30,0	12	60,0	-	-	1	5,0	1	5,0	-	-

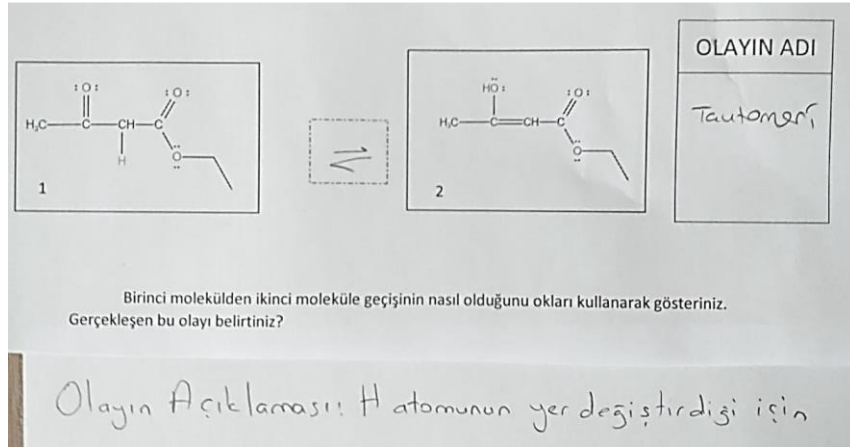
Kimya öğretmen adaylarının moleküllerdeki olayı tautomeri olarak tanımlaması ve açıklamayı da bu doğrultuda yapması beklenmiş ve analiz edilmiştir. Analiz sonucunda toplamda 6 ayrı kategori elde edilmiştir. Bu kategoriler içerisinde öğretmen adaylarının en yüksek cevap yüzdesine sahip oldukları kategorinin 2. kategori (D-KD) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde, öğretmen adaylarının tautomeriyi tanımlamada doğru cevap verdikleri, açıklama kısmında ise eksikliklerinin olduğu görülmektedir.

Tautomeri ile ilgili 1. molekül incelendiğinde; öğretmen adaylarının en yüksek cevabın %45 ile 2. kategori (D-KD) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde, öğretmen adaylarının tautomeriyi doğru tanımladığı, açıklamasında ise eksikliklerinin olduğu saptanmıştır. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-15'in cevabı şu şekildedir;



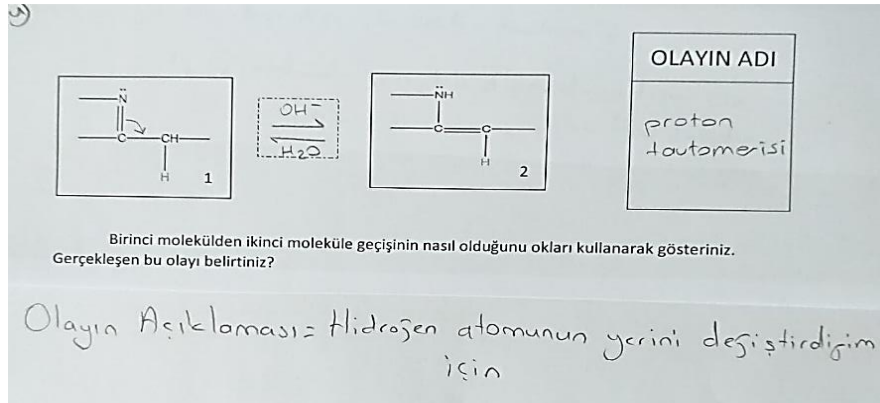
ÖA-15, verilen bu moleküldeki tautomeri kavramını doğru tanımlarken, açıklamasında tautomeriyi “kırılan bağları göstermek için” şeklinde yorumlamasından dolayı kısmen doğru kategorisinde yer almıştır.

Tautomeri ile ilgili 2. soruda öğretmen adaylarının en yüksek cevabının %60 ile 2. kategori (D-KD) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde; öğretmen adaylarının tautomeri kavramını doğru tanımladıkları, tautomeriyi açıklamada ise bazı eksikliklerinin olduğu belirlenmiştir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-5'in cevabı şu şekildedir;



ÖA-5, verilen bu moleküldeki tautomeri kavramını doğru tanımlarken, tautomeri kavramının açıklamasında tautomeriyi “hidrojen atomunun yer değiştirdiği için” şeklinde yorumlamasından dolayı kısmen doğru kategorinde yer almıştır.

Tautomeri ile ilgili bir diğer soru olan 3. soruda öğretmen adaylarının en yüksek cevabının diğerlerinde olduğu gibi %45 ile 2. kategori (D-KD) olduğu belirlenmiştir. 2. kategori incelendiğinde; öğretmen adaylarının tautomeri kavramını doğru tanımladıkları ve tautomeri kavramının açıklamasında eksikliklerinin olduğu görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-11’in cevabı şu şekildedir;



ÖA-11, verilen bu moleküldeki tautomeri kavramını doğru tanımlarken, açıklamasında tautomeriyi sadece “hidrojen atomunun yer değiştirmesi” olarak yorumlamış olması nedeniyle kısmen doğru kategorisinde yer almıştır.

Kimya öğretmen adaylarının tautomeri kavramında hangi özellikleri dikkate alarak tanımladıkları da incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar sesli görüşme tekniğinden elde edilen verilerle analiz edilmiş ve Tablo 38’de sunulmuştur.

Tablo 38: 2. Soru Tipindeki Tautomeri Kavramına İlişkin Verilen Doğru Cevaplar ve Dikkate Alınan Özellikler

	Öğretmen Adaylarının Doğru Cevapları	Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler
1.SORU	ÖA-1 “...hidrojen atomunun bir tanesinin kopup başka bir atoma bağlanması ve elektron hareketinden dolayı...”	➤ Hidrojenin bağlı olduğu atomdan ayrılıp, başka atomla bağ yapması ➤ Elektron delokalizasyonu
2.SORU	ÖA-1 “...hidrojen atomunun bir tanesinin kopup başka bir atoma bağlanması ve elektron hareketinden dolayı...”	➤ Hidrojenin bağlı olduğu atomdan ayrılıp, başka atomla bağ yapması ➤ Elektron delokalizasyonu
	ÖA-6 “...hidrojen atomu yer değiştirmiş ve elektron delokalizasyonu olduğu için...”	➤ Hidrojen atomunun konumunun değişmesi ➤ Elektron delokalizasyonu
3.SORU	ÖA-6 “...hidrojen atomu yer değiştirmiş ve elektron delokalizasyonu olduğu için...”	➤ Hidrojen atomunun konumunun değişmesi ➤ Elektron delokalizasyonu

Tablo 38 incelendiğinde; tautomeri ile ilgili 3. soruda doğru cevap veren öğretmen adaylarının tautomeri ile ilgili iki ya da daha fazla özelliğe vurgu yaptığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının özellikle “elektron delokalizasyonu” özelliğini daha çok vurguladıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının dikkate aldığı diğer özellikler ise, “hidrojenin bağlı olduğu atomdan ayrılıp, başka atomla bağ yapması” ve “hidrojen atomunun konumunun değişmesi” şeklindedir.

Tautomeri ile ilgili moleküllerde kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplardaki dikkate aldıkları özellikler Tablo 39’da gösterilmiştir.

Tablo 39: 2. Soru Tipindeki Tautomeri Kavramına İlişkin Verilen Kısmen Doğru Cevaplardaki Dikkate Alınan Özellikler

Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler	Ortaya Çıktığı Soru					
	1		2		3	
	f	%	f	%	f	%
Hidrojenin bağlı olduğu atomdan ayrılıp, başka atomla bağ yapması	11	30,56	12	33,33	13	36,11
Hidrojen atomunun kopması	1	33,3	1	33,3	1	33,3
Elektron delokalizasyonu	4	33,3	4	33,3	4	33,3

Tablo 39 incelendiğinde; kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının tam doğru cevap veren öğretmen adayların da olduğu gibi tautomeri kavramının açıklamasında en çok “hidrojenin bağlı olduğu atomdan ayrılıp, başka atomla bağ yapması” özelliğine vurgu yaptıkları görülmektedir. Bunun yanında “elektron delokalizasyonu” ve “hidrojen atomunun kopması” özelliklerinin de öğretmen adayları tarafından tautomeri kavramını tanımlarken kullandıkları özelliklerden olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 40 ve 41’de birbirinin tautomerisi olan moleküller arasındaki geçişte kullanılan okun gösterimi, ok için yapılan açıklamanın ve molekül içindeki eğri okların kullanımına yönelik betimsel analiz sonuçları sunulmuştur.

Tablo 40: 2. Soru Tipindeki Tautomeri Moleküllerinin Ok Gösterimine İlişkin Betimsel Analizi

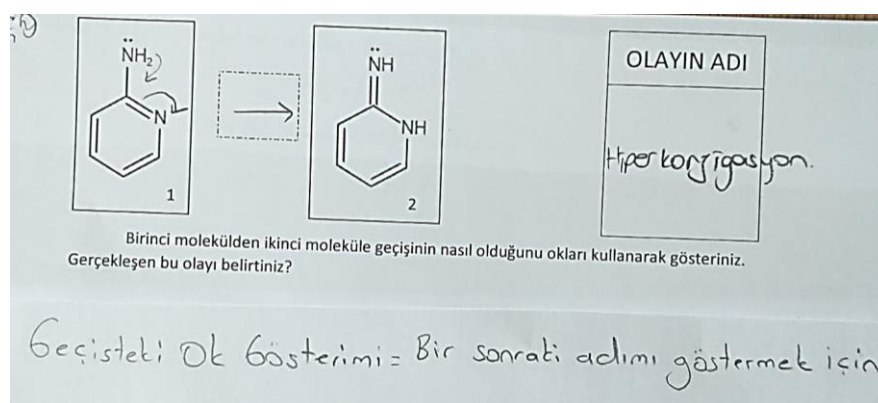
	1		2		3		4		5		6	
	Kategori Y-D-Y		Kategori Y-Y-Y		Kategori Y-Y-D		Kategori D-Y-Y		Kategori D-KD-Y		Kategori D-D-D	
	f	%	f	%	f	%	F	%	f	%	f	%
1. Soru	2	10,0	2	10,0	6	30,0	1	5,0	1	5,0	2	10,0
2. Soru	2	10,0	-	-	3	15,0	3	15,0	1	5,0	7	35,0
3. Soru	2	10,0	1	5,0	4	20,0	-	-	-	-	5	25,0

Tablo 41: Tablo: 40'ın devamı

	7		8		9		10		11	
	Kategori D-KD-D		Kategori B-B-B		Kategori D-Y-D		Kategori D-D-Y		Kategori Y-D-D	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Soru	-	-	2	10,0	-	-	2	10,0	2	10,0
2. Soru	-	-	-	-	1	5,0	2	10,0	1	5,0
3. Soru	1	5,0	-	-	3	15,0	2	10,0	2	10,0

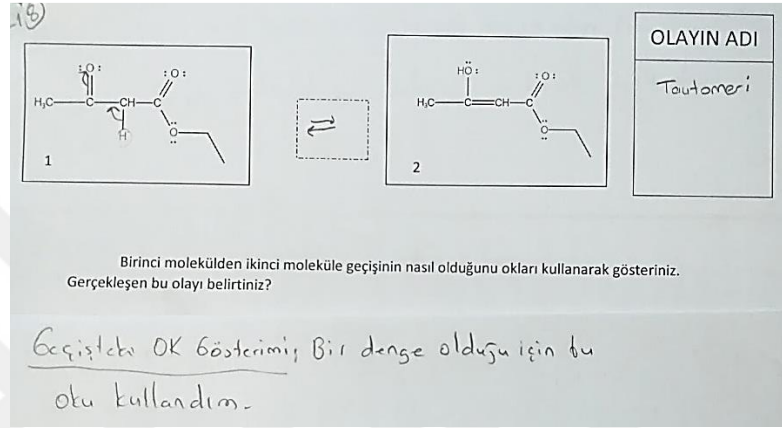
Birbirinin tautomerisi olan moleküller için ok gösteriminin analiz edildiği tablo 40 ve 41'den toplamda 11 kategori elde edilmiştir. Bu kategoriler incelendiğinde, öğretmen adaylarının en yüksek cevabının 6. kategori (D-D-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategoriye bakıldığında öğretmen adaylarının birinci ve ikinci adımı verilen moleküllerin arasındaki ok gösterimini, geçişte kullanılan okun açıklamasını ve birinci molekülün içindeki ok gösterimini doğru bir şekilde yapabildikleri görülmektedir.

Tautomeri ile ilgili 1. soru incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek cevabının %30 ile 3. kategori (Y-Y-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde; öğretmen adaylarının birinci ve ikinci adımı verilen moleküllerin arasındaki ok gösterimi ve geçişteki okun açıklamasında yanlış yaptıkları, son kısımda ise birinci molekül içindeki ok gösterimlerini doğru olarak yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-4'ün cevabı şu şekildedir;



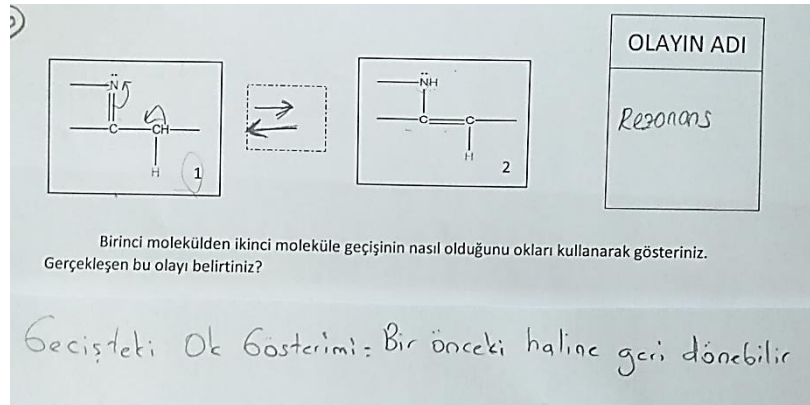
ÖA-4, verilen bu molekülde geçişteki oku sağa doğru tek yönlü bir ok olarak tercih etmesi ve geçişteki okun açıklamasında da “bir sonraki adımı göstermek için” şeklinde yorumlaması nedeniyle yanlış olarak ele aldığını göstermektedir. ÖA-4, birinci molekülün içindeki ok gösterimini ise doğru bir şekilde gösterebilmiştir.

Tautomeri ile ilgili olan 2. soruda ise, öğretmen adaylarının %35 ile en yüksek yüzdeye sahip oldukları kategorinin 6. kategori (D-D-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise; öğretmen adaylarının birinci ve ikinci adımı verilen moleküllerin arasındaki ok gösterimi, geçişteki okun açıklaması ve birinci molekül içindeki ok gösterimlerini doğru olarak yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-9'un cevabı şu şekildedir;



ÖA-9, verilen bu moleküldeki geçişte kullanılan oku denge oku olarak tercih etmesi ve geçişteki okun açıklamasında bir denge olduğunu belirtmesi nedeniyle doğru kategorisinde yer almıştır. ÖA-9, birinci molekülün içindeki ok gösterimini de doğru yapmıştır.

Tautomeri ile ilgili diğer soruda öğretmen adaylarının en yüksek cevabının diğer sorularda olduğu gibi %25 ile 6. kategori (D-D-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise; öğretmen adaylarının birinci ve ikinci adımı verilen moleküllerin arasındaki ok gösterimini ve geçişteki okun açıklamasını doğru yaptıkları, ayrıca birinci molekül içindeki ok gösterimlerini de doğru olarak yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-6'nın cevabı şu şekildedir;



ÖA-6, verilen bu moleküldeki geçişte kullanılan oku denge oku olarak tercih etmesi ve geçişteki okun açıklamasında da “bir önceki haline geri dönebilir” şeklinde ifade etmesi nedeniyle doğru kategorisinde yer almıştır. ÖA-6, birinci molekülün içindeki ok gösterimini de doğru bir şekilde yapabilmektedir.

Kimya öğretmen adaylarının tautomeri ile ilgili moleküllerde ok gösteriminde hangi özellikleri dikkate alarak tanımladıkları incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar sesli görüşme tekniğinden elde edilen verilerle analiz edilmiş ve Tablo 42’de sunulmuştur.

Tablo 42: Tautomeri Moleküllerinin Arasındaki Doğru Ok Gösteriminde Dikkate Alınan Özellikler

	Öğretmen Adaylarının Doğru Cevapları	Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler
1.SORU	ÖA-2 “...protonu yer değiştirdim ve iki molekül de birbirine tekrardan dönüşebileceği için...”	➤ İleri ve geri yöndeki tepkimede iki molekülünde oluşması ➤ Hidrojen (proton) atomunun konumunun değişmesi
	ÖA-5 “...sigma bağının kırılıp hidrojenin yer değiştirmesiyle reaksiyon çift taraflı gerçekleşmiştir...”	➤ Hidrojen (proton) atomunun konumunun değişmesi ➤ Sigma bağının kırılımı
	ÖA-12 “...hidrojenin hareket etmesi ve yapıların birbirine dönüşebileceği için...”	➤ İleri ve geri yöndeki tepkimede iki molekülünde oluşması ➤ Hidrojen (proton) atomunun konumunun değişmesi
2.SORU	ÖA-20 “...sigma bağının kırılıp hidrojenin yer değiştirmesiyle reaksiyon çift taraflı gerçekleşmiştir...”	➤ Hidrojen (proton) atomunun konumunun değişmesi ➤ Sigma bağının kırılımı
	ÖA-10 “...bu olay tautomeri olduğu için yani hidrojen atomunun yer değiştirmesi ve tautomeri de denge oku olacağı için böyle bir ok tercih ettim...”	➤ Hidrojen (proton) atomunun konumunun değişmesi ➤ Denge tepkimesi olması

Tablo 42'nin Devamı

3.SORU	ÖA-3 “...protonun yer değiştirdim ve iki molekül de birbirine tekrardan dönüşebileceği için...”	➤ İleri ve geri yöndeki tepkimede iki molekülünde oluşması ➤ Hidrojen (proton) atomunun konumunun değişmesi
	ÖA-15 “...sigma bağının kırılıp hidrojenin yer değiştirmesiyle reaksiyon çift taraflı gerçekleşmiştir...”	➤ İleri ve geri yöndeki tepkimede iki molekülünde oluşması ➤ Sigma bağının kırılması

Tablo 42 incelendiğinde, tautomeri ile ilgili 3 soruda da doğru cevap veren öğretmen adaylarının tautomeri ile ilgili iki ya da daha fazla özelliğe vurgu yaptığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının özellikle “ileri ve geri yöndeki tepkimede iki molekülünde oluşması” ve “hidrojen (proton) atomunun konumunun değişmesi” özelliğini daha çok vurguladıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının dikkate aldığı diğer özellikler ise “sigma bağının kırılması” ve “denge tepkimesi olması” şeklindeki ifadelerdir.

Tautomeri ile ilgili moleküllerde kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplarda dikkate aldıkları özellikler Tablo 43'te gösterilmiştir.

Tablo 43: Tautomeri Moleküllerinin Arasındaki Ok Gösterimde Kısmen Doğru Yapan Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler

Öğretmen Adaylarının 2. Kategorideki Tautomeri Moleküllerinin Arasındaki Ok Gösterimini Yaparken Dikkate Alınan Özellikler	Ortaya Çıktığı Soru					
	1		2		3	
	f	%	f	%	f	%
Elektron delokalizasyonu	1	33,3	1	33,3	1	33,3

Tablo 43 incelendiğinde, bir öğretmen adayının kısmen doğru cevap verdiği anlaşılmaktadır. Öğretmen adayı sadece “elektron delokalizasyonu” nu dikkate aldığı için cevabı kısmen doğru kategorisinde yer almıştır.

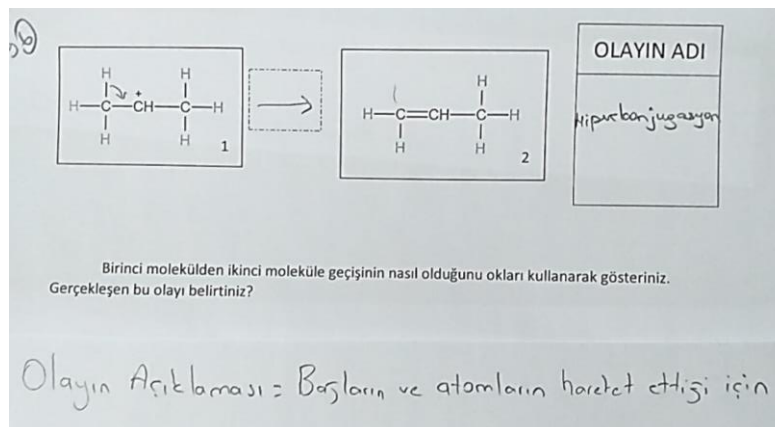
Tablo 44'te hiperkonjugasyon kavramını tanımlaması ve açıklamasına yönelik betimsel analiz sonuçları sunulmuştur.

Tablo 44: 2. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Sıralama Kartlarının Betimsel Analizi

	1		2		3		4		5		6	
	Kategori Y-KD		Kategori D-KD		Kategori Y-Y		Kategori KD-KD		Kategori KD-Y		Kategori D-D	
	f	%	f	%	f	%	F	%	f	%	f	%
1. Soru	5	25,0	6	30,0	2	10,0	4	20,0	2	10,0	1	5,0
2. Soru	8	40,0	4	20,0	-	-	4	20,0	2	10,0	2	10,0
3. Soru	5	25,0	7	35,0	-	-	5	25,0	2	10,0	1	5,0

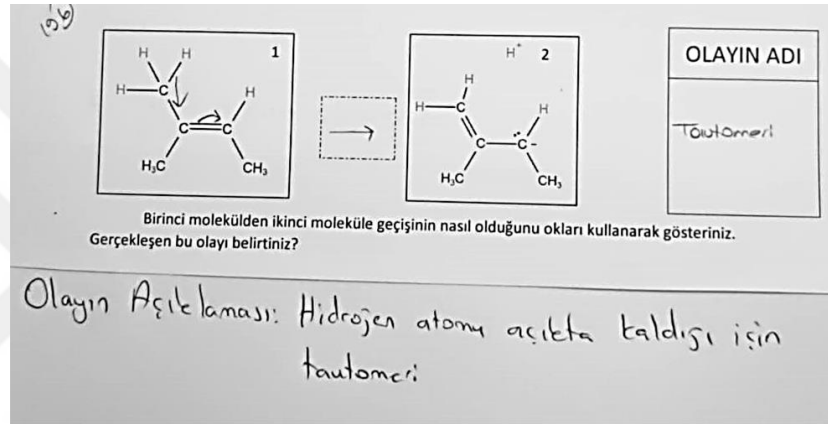
Öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon sıralama kartlarında hiperkonjugasyon kavramının tanımlanması ve açıklamasına verdikleri cevaplar kategorize edilmiştir. Bu bölümde toplamda 6 ayrı kategori elde edilmiştir. Bu kategoriler içerisinde öğretmen adaylarının en yüksek cevap yüzdesine sahip oldukları kategorinin 1. kategori (Y-KD) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde; öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon kavramını tanımlamada doğru cevap verirken, açıklamasında ise bazı eksiklik noktalarının olduğu görülmektedir.

Hiperkonjugasyon ile ilgili 1.soruda öğretmen adaylarının en yüksek cevabının % 30 ile 2. kategori (D-KD) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon kavramını doğru tanımlarken, açıklamasında ise bazı eksikliklerin yapıldığı görülmüştür. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-19'un cevabı şu şekildedir;



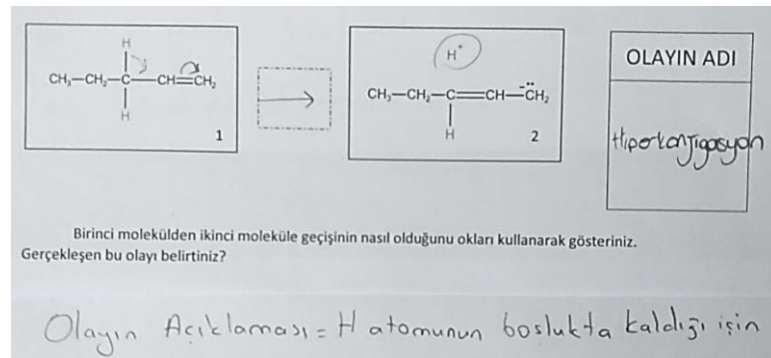
ÖA-19, verilen bu molekülde hiperkonjugasyon kavramını doğru tanımlarken, kavramının açıklamasında bağların ve atomların hareket etmesine vurgu yapmış ve kısmen doğru kategorisinde yer almıştır.

Hiperkonjugasyon ile ilgili 2. sorudaki öğretmen adaylarının en yüksek cevabının % 40 ile 1. kategori (Y-KD) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde; öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon kavramını tanımlamada yanlışlık yaptıkları, hiperkonjugasyon kavramının açıklanmasında ise bazı eksikliklerinin olduğu görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-16'nın cevabı şu şekildedir;



ÖA-16'nın verilen bu molekülde hiperkonjugasyon kavramını tautomeri olarak tanımladığı, olayın açıklamasında ise hidrojen atomunun açıkta kalması şeklinde ifade ederek yorumladığı ve bu nedenle kısmen doğru kategorisine sahip olduğu görülmektedir.

Hiperkonjugasyon ile ilgili bir diğer soruda öğretmen adaylarının en yüksek cevabının %35 ile 2. kategori (D-KD) olduğu belirlenmiştir. Bu kategoriye bakıldığında, öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon kavramını doğru tanımladıkları, açıklamasında ise eksik noktalarının olduğu görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-3'ün cevabı şu şekildedir;



ÖA-3, verilen bu molekülde hiperkonjugasyon kavramını doğru tanımlamış, kavramın açıklamasında ise hidrojen atomunun boşlukta kalması şeklindeki ifadesi nedeniyle kısmen doğru kategorisinde yer almıştır.

Kimya öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon kavramının hangi özelliklerini dikkate alarak tanımladıkları da incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar sesli görüşme tekniğinden elde edilen verilerle analiz edilmiş ve Tablo 45’te sunulmuştur.

Tablo 45: 2. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Kavramına ilişkin Doğru Cevaplar ve Dikkate Aldığı Özellikler

	Öğretmen Adaylarının Doğru Cevapları	Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler
1.SORU	ÖA-1 “...hidrojen atomunun bir tanesinin kopup sigma bağı elektronlarının pi bağına katılması ve hidrojen atomunun boşlukta kalması...”	➤ Hidrojen atomunun kopması ➤ Sigma bağı elektronların delokalizasyona
2.SORU	ÖA-1 “...hidrojen atomunun bir tanesinin kopup başka bir atoma bağlanması ve hidrojen atomunun boşlukta kaldığı için...”	➤ Hidrojen atomunun kopması ➤ Hidrojen atomunun bağa katılması
	ÖA-6 “...Karbon ve hidrojen arasındaki sigma elektronları bağa katıldı ve hidrojeninde dışarda kaldığı için...”	➤ Hidrojen atomunun boşlukta kalması ➤ Sigma bağı elektronlarının delokalizasyonu
3.SORU	ÖA-1 “...hidrojen atomunun bir tanesinin kopup başka bir atoma bağlanması ve hidrojen atomunun boşlukta kaldığı için...”	➤ Hidrojen atomunun kopması ➤ Hidrojen atomunun bağa katılması

Tablo 45 incelendiğinde; hiperkonjugasyon ile ilgili 3. soruda doğru cevap veren öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon ile ilgili iki ya da daha fazla özelliğe vurgu yaptığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının özellikle “hidrojen atomunun bağının bağa katılması” ve “hidrojen atomunun kopması” özelliklerini daha çok vurguladıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının dikkate aldığı diğer özelliğin ise “sigma bağı elektronlarının delokalizasyonu” olduğu anlaşılmaktadır.

Hiperkonjugasyon kavramına kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplarda dikkate aldıkları özellikler Tablo 46’te gösterilmiştir.

Tablo 46: 2. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Kavramına İlişkin Verilen Kısmen Doğru Cevaplardaki Dikkate Alınan Özellikler

Öğretmen Adaylarının Dikkate Alınan Özellikler	Ortaya Çıktığı Soru					
	1		2		3	
	f	%	f	%	f	%
Elektronun delokalizasyonu	12	46,15	13	50,0	11	42,30
Hidrojen atomunun kopması	4	25,0	5	31,25	7	43,75

Tablo 46 incelendiğinde; kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının tam doğru cevap veren öğretmen adayların da olduğu gibi hiperkonjugasyon kavramında en çok “elektronun delokalizasyonuna” vurgu yaptıkları görülmektedir. Bunun yanında “hidrojen atomunun kopması” özelliğinin de öğretmen adayları tarafından hiperkonjugasyon kavramını tanımlamada kullanılan özelliklerden olduğu anlaşılmaktadır.

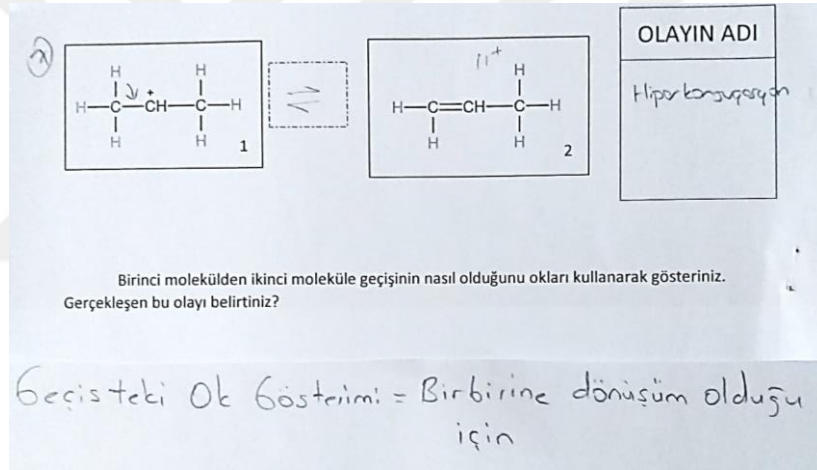
Hiperkonjugasyon olayı ile ilgili moleküller arasındaki ok gösteriminin yapılması, geçişteki ok gösteriminin açıklaması ve birinci molekülün içindeki ok gösteriminin yapılmasına yönelik betimsel analiz sonuçları Tablo 47’de sunulmuştur.

Tablo 47: 2. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Moleküllerindeki Ok Gösterimi ile İlgili Betimsel Analizi

	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Kategori Y-D-Y		Kategori Y-D-D		Kategori Y-Y-D		Kategori D-Y-D		Kategori D-Y-Y		Kategori Y-KD-D		Kategori D-KD-D		Kategori Y-Y-Y	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Soru	1	5,0	1	5,0	11	55,0	1	5,0	1	5,0	3	15,0	1	5,0	1	5,0
2. Soru	-	-	1	5,0	11	55,0	2	10,0	-	-	5	25,0	1	5,0	-	-
3. Soru	-	-	1	5,0	7	35,0	2	10,0	-	-	9	45,0	1	5,0	-	-

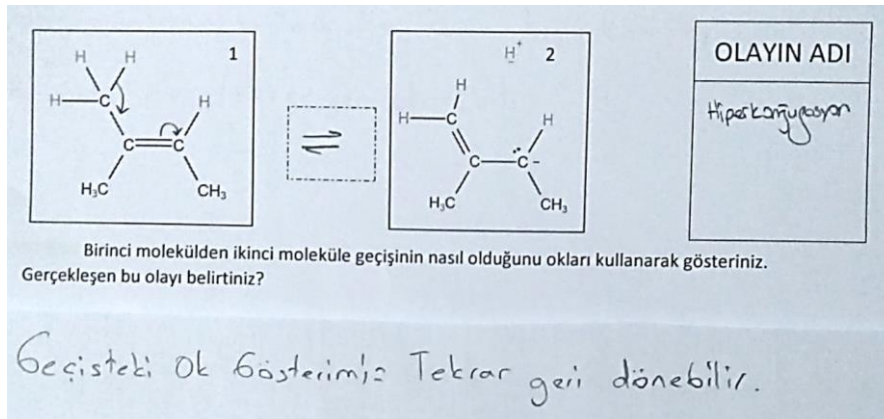
Tablo 47 incelendiğinde, 8 kategorinin oluştuğu görülmektedir. Bu kategoriler incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek cevap yüzdesinin sahip 3. kategoride (Y-Y-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategoriye bakıldığında birinci ve ikinci adımı verilen moleküllerin arasındaki ok gösteriminde, geçişte kullanılan okun açıklamasında yanlışlık yapıldığı ve birinci molekülün içerisindeki ok gösteriminin doğru yapıldığı görülmektedir.

Hiperkonjugasyon ile ilgili 1. sorudaki öğretmen adaylarının en yüksek cevabın %55 ile 3. kategori (Y-Y-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise; öğretmen adaylarının birinci ve ikinci adımı verilen moleküllerin arasındaki ok gösterimi ve geçişteki okun açıklamasını yanlış yaptıkları son kısımda ise birinci molekül içindeki ok gösterimlerini doğru olarak yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-14'ün cevabı şu şekildedir;



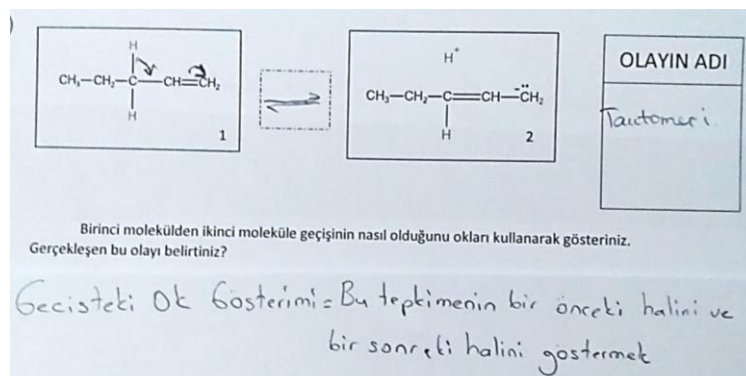
ÖA-14, verilen bu molekülde iki molekül arasında denge oku kullanması ve açıklanmasında da birbirine dönüşüm şeklinde yorum yapması nedeniyle yanlış kategorisinde yer almıştır. ÖA-14'ün molekül içindeki gösterimi ise doğru bir şekilde yapabirmiştir.

Hiperkonjugasyon ile ilgili 2. soru incelendiğinde; öğretmen adaylarının en yüksek cevabının %55 ile 3. kategori (Y-Y-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise; öğretmen adaylarının birinci ve ikinci adımı verilen moleküllerin arasındaki ok gösterimi ve geçişteki okun açıklamasında yanlış yaptıkları, son kısımda ise birinci molekül içindeki ok gösterimlerini doğru olarak yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-8'in cevabı şu şekildedir;



ÖA-8 moleküller arasındaki geçiş için denge okunu kullanırken, bu okun kullanım nedenini tekrar geri dönebilir olarak yanlış bir şekilde ifade etmiştir. ÖA-8, birinci molekülün içindeki ok gösterimini ise doğru yapabilmıştır.

Hiperkonjugasyon ile ilgili 3. soruda öğretmen adaylarının en yüksek cevabının %45 ile 6. kategori (Y-KD-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise; öğretmen adaylarının birinci ve ikinci adımı verilen moleküllerin arasındaki ok gösterimini yanlış yaptıkları, geçişteki okun açıklamasında belirli eksiklikler yaptıkları ve son kısımda ise birinci molekül içindeki ok gösterimlerini doğru olarak yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-5'in cevabı şu şekildedir;



ÖA-5, moleküller arasındaki geçiş için denge oku kullanırken, geçişteki okun açıklamasında tepkimenin bir önceki halini ve bir sonraki halini göstermek için diyerek kısmen doğru kategorisinde yer almıştır. ÖA-5, molekül içindeki ok gösterimlerini ise doğru bir şekilde yapabilmıştır.

Kimya öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon ile ilgili moleküllerdeki ok gösteriminde hangi özellikleri dikkate aldıkları da incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar sesli görüşme tekniğinden elde edilen verilerle analiz edilmiş ve Tablo 48’de sunulmuştur.

Tablo 48: *Hiperkonjugasyon Molekülleri Arasındaki Doğru Ok Gösteriminde Dikkate Alınan Özellikler*

	Öğretmen Adaylarının Hiperkonjugasyon Molekülleri Arasındaki Okun Gösterimindeki Doğru Cevapları	Öğretmen Adaylarının Dikkate Aldığı Özellikler
1.SORU	ÖA-8 “...sigma bağının kırılıp elektron hareketinden dolayı...”	➤ Elektron delokalizasyonu ➤ Sigma bağının kopması
2.SORU	ÖA-8 “...sigma bağının kırılıp elektron hareketinden dolayı...”	➤ Elektron delokalizasyonu ➤ Sigma bağının kopması
3.SORU	ÖA-8 “...sigma bağının kırılıp elektron hareketinden dolayı...”	➤ Elektron delokalizasyonu ➤ Sigma bağının kopması

Tablo 48 incelendiğinde; hiperkonjugasyon ile ilgili 3 soruda da doğru cevap veren 1 öğretmen adayının hiperkonjugasyon ile ilgili iki ya da daha fazla özelliğe vurgu yaptığı görülmektedir. Öğretmen adayının; hiperkonjugasyonda moleküller arasında kullandığı oku, “elektron delokalizasyonu” ve “sigma bağının kopması” şeklinde iki özelliğe dayanarak kullandığı anlaşılmaktadır.

Hiperkonjugasyon ile ilgili moleküllerde kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplarda dikkate aldıkları özellikler Tablo 49'da gösterilmiştir.

Tablo 49: *Hiperkonjugasyon Molekülleri Arasındaki Kısmen Doğru Ok Gösteriminde Dikkate Alınan Özellikler*

Öğretmen Adaylarının Hiperkonjugasyon Moleküllerinin Arasındaki Ok Gösterimini Yaparken Dikkate Alınan Özellikler	Ortaya Çıktığı Soru					
	1		2		3	
	f	%	f	%	f	%
Birinci ve ikinci moleküllerin gösterimi	1	8,33	4	33,33	7	58,33
Hidrojen atomunun ortamda olması ve kopması	1	50,0	-	-	1	50,0
Bir sonraki adımı gösterilmesi	2	33,3	2	33,3	2	33,3

Tablo 49 incelendiğinde; kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon moleküllerinin arasındaki ok gösteriminde ağırlıklı olarak “*birinci ve ikinci moleküllerin gösterimi*” ifadesini kullandıkları anlaşılmaktadır. Bunun yanında “*hidrojen atomunun ortamda olması ve kopması*” ve “*bir sonraki adımı gösterilmesi*” özelliklerinin de öğretmen adayları tarafından hiperkonjugasyon kavramındaki ok tanımlarken kullanılan özelliklerden olduğu anlaşılmaktadır.

Araştırmanın 4. alt problemi doğrultusunda öncelikle 1. soru tipinde rezonans ile ilgili sorulara yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının görüşmedeki açıklamaları analiz edilmiştir. Bu analiz doğrultusunda kimya öğretmen adaylarının rezonans kavramını açıklarken ne tür öğrenme zorluklarına sahip oldukları belirlenmiştir ve Tablo 50’de sunulmuştur.

Tablo 50: 1. Soru Tipindeki Rezonans ile İlgili Sorularda Saptanan Öğrenme Zorlukları

Öğretmen Adaylarından Belirlenen Rezonans Kavramına İlişkin Öğrenme Zorlukları	Ortaya Çıktığı Soru									
	1		2		3		4		5	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Molekülün izomeri olarak tanımlaması	1	25,0	1	25,0	1	25,0	1	25,0	-	-
Hidrojen atomunun yer değiştirmesinden dolayı tautomeri olarak tanımlanması	1	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzenin içinde elektron çiftinin var olması nedeniyle hiperkonjugasyon olarak tanımlanması	-	-	1	100,0	-	-	-	-	-	-
Elektron hareketinin tautomeri olarak tanımlaması	-	-	1	100,0	-	-	-	-	-	-
Sigma bağların kopmasından dolayı tautomeri olarak tanımlanması	-	-	1	100,0	1	100,0	-	-	1	100,0
Karmaşık yapının olması nedeniyle tautomeri olarak tanımlanması	-	-	-	-	1	100,0	-	-	-	-
Molekül içindeki değişimin bağ tautomerisi olarak tanımlanması	-	-	-	-	1	100,0	-	-	-	-
Benzenin dışındaki her yapının tautomeri olarak tanımlanması	-	-	-	-	-	-	1	100,0	-	-

Tablo 50 incelendiğinde; sorulardaki rezonans kavramı açıklanırken öğretmen adaylarının özellikle rezonansı izomeri olarak açıkladığı görülmektedir. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-3'ün açıklaması şu şekildedir: “Bağları taşıdığımız için ve aynı yapı olmadığını düşündüğüm için izomeri olarak tanımlıyorum.”

Öğretmen adaylarının yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluğu ise sigma bağlarının kopartılmasından dolayı tautomeri olmuştur ifadesidir. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-1'in açıklaması şu şekildedir: “Atomlardan sigma bağı koparttığımız için bu olayın adını tautomeri.”

Öğretmen adayların yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan diğer öğrenme zorluklarının “hidrojen atomunun yer değiştirmesinden dolayı tautomeri”, “benzenin içinde elektron çiftinin var olması nedeniyle hiperkonjugasyon”, “elektron hareketinin tautomeri olarak tanımlaması”, “karmaşık yapının olması nedeniyle tautomeri”, “molekül içindeki değişimi bağ tautomerisi olarak tanımlanması” ve “benzen dışındaki her yapının tautomeri olarak tanımlanması” olduğu anlaşılmaktadır.

Araştırmanın 4. alt problemi doğrultusunda öncelikle 1. soru tipindeki tautomeri ile ilgili sorulara yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının görüşmedeki açıklamaları analiz edilmiştir. Bu analiz doğrultusunda kimya öğretmen adaylarının tautomeri kavramını açıklarken ne tür öğrenme zorluklarına sahip oldukları belirlenmiştir ve Tablo 51’de sunulmuştur.

Tablo 51: 1. Soru Tipindeki Tautomeri ile İlgili Sorularda Saptanan Öğrenme Zorlukları

Öğretmen Adaylarından Belirlenen Tautomeri Kavramına İlişkin Öğrenme Zorlukları	Ortaya Çıktığı Soru									
	1		2		3		4		5	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Hidrojen atomunun diğer atomlarla yaptığı sigma bağının kopması nedeniyle hiperkonjugasyon olarak tanımlanması	1	14,28	1	14,28	2	28,57	1	14,28	2	28,57
Eşleşmemiş elektron çiftinin katılmasından konjugasyon olarak tanımlanması	-	-	-	-	1	33,3	1	33,3	1	33,3
π bağın kopmasından dolayı rezonans olarak tanımlanması	-	-	-	-	-	-	1	50,0	1	50,0
Hidrojen atomunun eksildiğinden dolayı hiperkonjugasyon olarak tanımlanması	1	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Elektron hareketinden dolayı rezonans olarak tanımlanması	1	25,0	-	-	2	50,0	-	-	1	25,0

Tablo 51 incelendiğinde; 1. soru tipindeki tautomeri kavramı açıklanırken öğretmen adaylarının özellikle tautomeriyi hidrojen atomunun diğer atomlarla yaptığı sigma bağının kopması nedeniyle hiperkonjugasyon olarak açıkladığı görülmektedir. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-13'ün açıklaması şu şekildedir: *“hidrojen atomunun bağı kırıldı ve hiperkonjugasyon olayı gerçekleşti.”*

Öğretmen adaylarının yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluğu π bağının kopmasından dolayı rezonans olarak tanımlanması olmuştur. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-8'in açıklaması şu şekildedir: *“Bu molekülün sahip olduğu π bağı koparttığım için bu olay rezonans olarak ele aldım.”*

Öğretmen adaylarının yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluğu ise eşleşmemiş elektron çiftinin katılmasından dolayı konjugasyon olarak açıklanması olmuştur. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-5'in açıklaması şu şekildedir: *“Yapıya fazladan elektron çifti ekledim bu yüzden konjugasyon olayı oldu.”*

Öğretmen adayların yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan diğer öğrenme zorluklarının ise *“hidrojen atomunun eksildiğinden dolayı hiperkonjugasyon”* ve *“yapıda elektron hareketi gerçekleşmesinden dolayı rezonans”* olduğu anlaşılmaktadır.

Araştırmanın 4. alt problemi doğrultusunda öncelikle 1. soru tipindeki hiperkonjugasyon ile ilgili sorulara yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının görüşmedeki açıklamaları analiz edilmiştir. Bu analiz doğrultusunda kimya öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon kavramını açıklarken ne tür öğrenme zorluklarına sahip oldukları belirlenmiştir ve Tablo 52'de sunulmuştur.

Tablo 52: 1. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon ile İlgili Sorularda Saptanan Öğrenme Zorlukları

Öğretmen Adaylarından Belirlenen Hiperkonjugasyon Kavramına İlişkin Öğrenme Zorlukları	Ortaya Çıktığı Soru					
	1		2		3	
	f	%	f	%	f	%
Benzen olması nedeniyle rezonans olarak tanımlanması	-	-	-	-	1	100,0
Basit (C-H) bir yapı olması nedeniyle rezonans olarak tanımlanması	1	50,0	1	50,0	-	-
Çitli bağdan dolayı alken eldesi olarak tanımlanması	1	50,0	1	50,0	-	-
İzobağ rezonans olması olarak tanımlanması	2	66,67	1	33,33	-	-

Tablo 52 incelendiğinde 1. soru tipindeki hiperkonjugasyon kavramı açıklanırken öğretmen adaylarının özellikle hiperkonjugasyonu izobağ rezonans olarak açıkladığı görülmektedir. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-20'nin açıklaması şu şekildedir: *“Yapıdaki π bağları eşit sayıda olduğu için izobağ rezonans.”*

Öğretmen adaylarının yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluğu ise basit (C-H) bir yapı olması nedeniyle hiperkonjugasyon kavramını rezonans olarak açıklanması olmuştur. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-16'nın açıklaması şu şekildedir: *“Karbon ve hidrojenden oluşan bir yapı olması yani basit bir yapı olduğu için rezonans.”*

Öğretmen adaylarının yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluğu çitli bağdan dolayı alken eldesi olmuştur. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-9'un açıklaması şu şekildedir: *“Elektron hareketinin sonucunda karbon-karbon arasına çiftli bağ olmasından dolayı alken eldesi.”*

Öğretmen adayların yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluluğu ise yapıda *“benzen olması nedeniyle hiperkonjugasyon kavramının rezonans”* olarak tanımladığı tablodan anlaşılmaktadır.

Araştırmanın 4. alt problemi doğrultusunda 2. soru tipindeki rezonans ile ilgili sorulara yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının görüşmedeki açıklamaları analiz edilmiştir. Bu analiz doğrultusunda kimya öğretmen adaylarının rezonans kavramını açıklarken ne tür öğrenme zorluklarına sahip oldukları belirlenmiştir ve Tablo 53’te sunulmuştur.

Tablo 53: 2. Soru Tipindeki Rezonans ile İlgili Sorularda Saptanan Öğrenme Zorlukları

Öğretmen Adaylarından Belirlenen Rezonans Kavramına İlişkin Öğrenme Zorlukları	Ortaya Çıktığı Soru					
	1		2		3	
	f	%	f	%	f	%
Yükün fazla olması nedeniyle hiperkonjugasyon	1	100,0	-	-	-	-
Halkalı ve heteroatomlardan oluştuğu için hiperkonjugasyon olarak tanımlanması	-	-	1	100,0	-	-
Kapalı formülleri aynı uzamsal yönelimleri farklı olduğu için geometrik izomeri olarak tanımlanması	-	-	1	100,0	-	-
Elektronların delokalizasyonundan dolayı polarizasyon olarak tanımlanması	-	-	-	-	1	100,0
Bağlar taşındığı için izomeri olarak tanımlanması	1	50,0	1	50,0	-	-

Tablo 53 incelendiğinde tüm sorularda rezonans kavramı açıklanırken öğretmen adaylarının özellikle bağlar taşındığı için izomeri olarak açıkladığı görülmektedir. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-8’in açıklaması şu şekildedir: *“yapıdaki bağları taşıdığımız için ve aynı molekül olmadığı için izomeri.”*

Öğretmen adaylarının yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluğu ise kapalı formülleri aynı uzamsal yönelimleri farklı olduğu için geometrik izomeri olması olmuştur. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-3’ün açıklaması şu şekildedir: *“molekülün kapalı formülü aynı uzamsal formülleri farklı bir yapı olduğu için geometrik izomeridir.”*

Öğretmen adaylarının yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan diğer öğrenme zorlukları ise “*halkalı ve heteroatomlardan oluştuğu için hiperkonjugasyon*”, “*yükün fazla olması nedeniyle hiperkonjugasyon*” ve “*elektronların delokalizasyonundan dolayı polarizasyon*” olarak tanımladığı tablodan anlaşılmaktadır.

Araştırmanın 4. alt problemi doğrultusunda öncelikle 2. soru tipindeki tautomeri ile ilgili sorulara yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının görüşmedeki açıklamaları analiz edilmiştir. Bu analiz doğrultusunda kimya öğretmen adaylarının tautomeri kavramını açıklarken ne tür öğrenme zorluklarına sahip oldukları belirlenmiştir ve Tablo 54’te sunulmuştur.

Tablo 54: 2. Soru Tipindeki Tautomeri ile İlgili Sorularda Saptanan Öğrenme Zorlukları

Öğretmen Adaylarından Belirlenen Tautomeri Kavramına İlişkin Öğrenme Zorlukları	Ortaya Çıktığı Soru					
	1		2		3	
	f	%	f	%	f	%
Sigma ve π bağı olduğu için rezonans olarak tanımlanması	-	-	-	-	1	100,0
π ve sigma bağları koptuğu için rezonans olarak tanımlanması	1	100,0	-	-	-	-

Tablo 54 incelendiğinde tüm sorularda tautomeri kavramı açıklanırken öğretmen adaylarının iki noktada öğrenme zorluğu yaşadığı görülmektedir. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-10’nun açıklaması şu şekildedir: “*sigma ve π bağlarının aynı olayda gerçekleşmesini rezonans olarak ele aldım.*”

Öğretmen adaylarının yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluğu π ve sigma bağları koptuğu için rezonans ifadesi olmuştur. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-16’nın açıklaması şu şekildedir: “*moleküldeki sigma ve π bağlarının kırılması sonucunda oluşan bu durumda rezonans olur.*”

Araştırmanın 4. alt problemi doğrultusunda öncelikle 2. soru tipindeki hiperkonjugasyon ile ilgili sorulara yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının görüşmedeki açıklamaları analiz edilmiştir. Bu analiz doğrultusunda kimya öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon kavramını açıklarken ne tür öğrenme zorluklarına sahip oldukları belirlenmiştir ve Tablo 55’te sunulmuştur.

Tablo 55: 2. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon ile İlgili Sorularda Saptanan Öğrenme Zorlukları

Öğretmen Adaylarından Belirlenen Hiperkonjugasyon Kavramına İlişkin Öğrenme Zorlukları	Ortaya Çıktığı Soru					
	1		2		3	
	f	%	f	%	f	%
Basit (C-H) oluşan bir yapı olması nedeniyle rezonans olarak tanımlanması	1	33,3	1	33,3	1	33,3
İki molekülde birbirine dönüştüğü için tautomeri olarak tanımlanması	2	100,0	-	-	-	-
Yapı yüksüz olduğu için rezonans olarak tanımlanması	1	33,3	1	33,3	1	33,3

Tablo 55 incelendiğinde tüm sorularda hiperkonjugasyon kavramı açıklanırken öğretmen adaylarının özellikle basit (C-H) bir yapıdan oluşması veya yapının yüksüz bir şekilde olması nedeniyle rezonans olarak açıkladığı görülmektedir. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-5’in açıklaması şu şekildedir: “*molekülün karbon ve hidrojenli bir yapı olması bu molekülün basit bir yapı olduğunu gösterir bu yüzden rezonans.*”

Öğretmen adaylarının yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluğu yapı yüksüz olduğu için rezonans ifadesi olmuştur. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-12’nin açıklaması şu şekildedir: “*karbon atomunun üzerinde sahip olduğu pozitif yük nötr hale geçtiği için.*”

Öğretmen adayların yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan diğer öğrenme zorluğu ise “*iki molekülün birbirine dönüştüğü için tautomeri*” olarak tanımladığı tablodan anlaşılmaktadır.

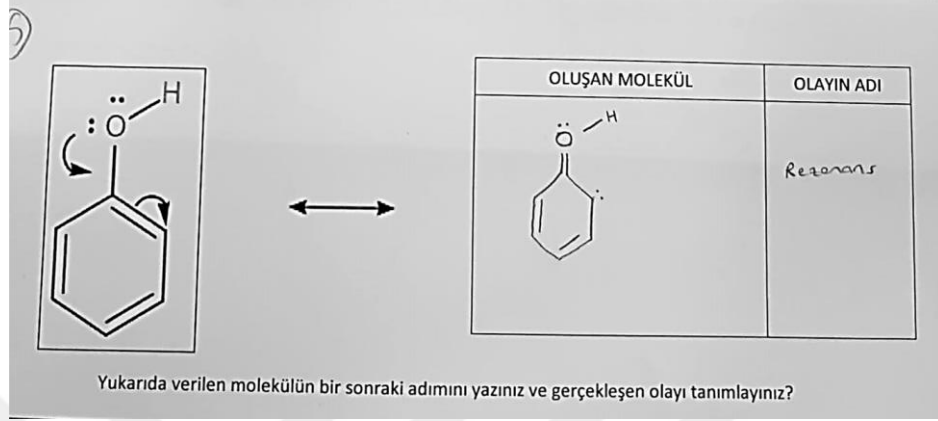
Araştırmanın 5. alt problemi doğrultusunda öncelikle 1. soru tipindeki rezonans ile ilgili soruların bir sonraki adımını oluştururken öğretmen adaylarının moleküllerin yapı formüllerini oluşturmadaki hataları analiz edilmiştir. Bu analiz doğrultusunda kimya öğretmen adaylarının rezonans konularındaki moleküllerin yapı formüllerini oluştururken ne tür öğrenme zorlukları sahip oldukları belirlenmiştir ve Tablo 56’te sunulmuştur.

Tablo 56: 1. Soru Tipindeki Rezonans Sınır Formüllerini Oluşturmadaki Öğrenme Zorlukları

Öğretmen Adaylarının Öğrenme Zorluklarının Olduğu Noktalar		Ortaya Çıktığı Soru									
		1		2		3		4		5	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Kıvrık Oku Anlamlandırmama	Eksik Belirtme	16	27,59	12	20,69	1	1,72	12	20,69	17	29,31
	Atomların Formal Yükünü Belirtmeme										
	Yanlış Belirtme	2	13,30	3	20,00	5	33,33	4	26,67	1	6,67
	Ortaklaşmamış elektron çiftlerinin konumunu belirleyememe	6	20,69	3	10,34	4	13,79	10	34,48	6	20,69

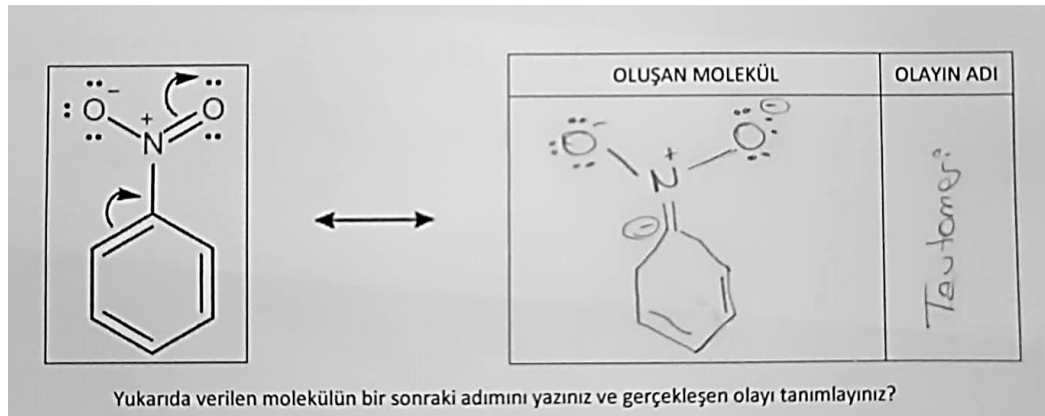
Tablo 56 incelendiğinde öğretmen adaylarının rezonans moleküllerinin bir sonraki adımını oluştururken özellikle atomların formal yükünü eksik belirterek yanlış yaptığı anlaşılmaktadır. Öğretmen adayları yapıdaki yaşadıkları bir diğer öğrenme zorluğu ise π elektronların yapı içindeki hareket yönünü dikkat etmediği ve bu yüzden de yanlış yaptıkları ortaya çıkmaktadır. Öğretmen adaylarının rezonans moleküllerini oluştururken sadece bir noktada yanlış yapmadığı bazı sorulara da birden fazla öğrenme zorluğuna sahip oldukları açıkça ortaya koymuşlardır. Öğretmen adaylarımızın yaşadığı öğrenme zorluğu olan atomların

formal yükündeki eksik belirtme ile ilgili olarak ÖA-8'in oluşturduğu molekülün örneğine bakıldığında;



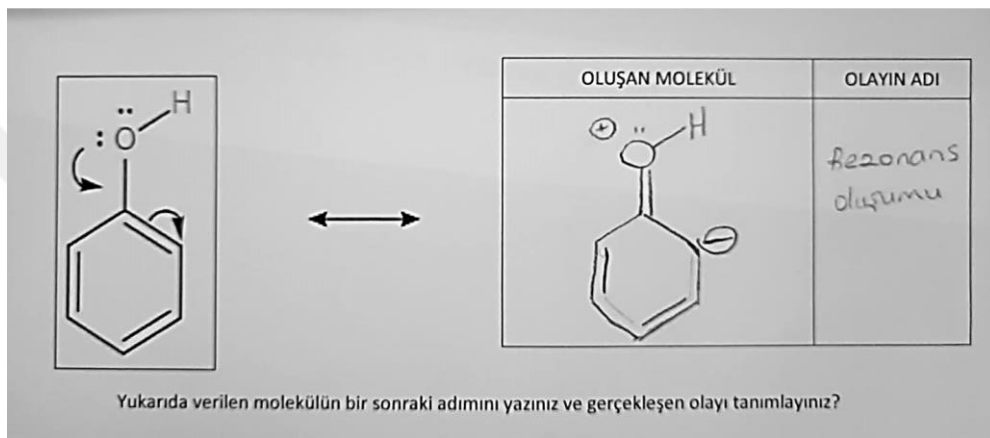
ÖA-8, fenol molekülünde elektron hareketi ile π bağının ve ortaklanmamış elektron çiftinin konumunu doğru bir şekilde göstermiştir. Ancak molekülde oksijen atomunun formal yükünü ve halkadaki C atomunun ortaklanmamış elektron çiftinden dolayı sahip olması gereken formal yükleri belirtmemesi nedeniyle rezonans sınır formüllünü doğru şekilde oluşturamamıştır.

Öğretmen adaylarının yaptığı yanlışlardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluğu olan atomların formal yükünü yanlış şekilde belirtme olmuştur. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-14'ün oluşturduğu molekül şu şekildedir:



ÖA-14, nitrobenzen molekülünde halkadaki elektron hareketi sonucunda elektronların azot atomunun üzerine doğru hareketi sonucunda, halkadaki karbon atomunun pozitif olması gerekirken formal yükünü negatif olarak yazması yanlış bir şekilde yaptığını göstermektedir.

Öğretmen adaylarının yaptığı yanlışlardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluğu olan π elektronların hareket yönünü belirleyememe olmuştur. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-6'nın oluşturduğu molekül şu şekildedir:



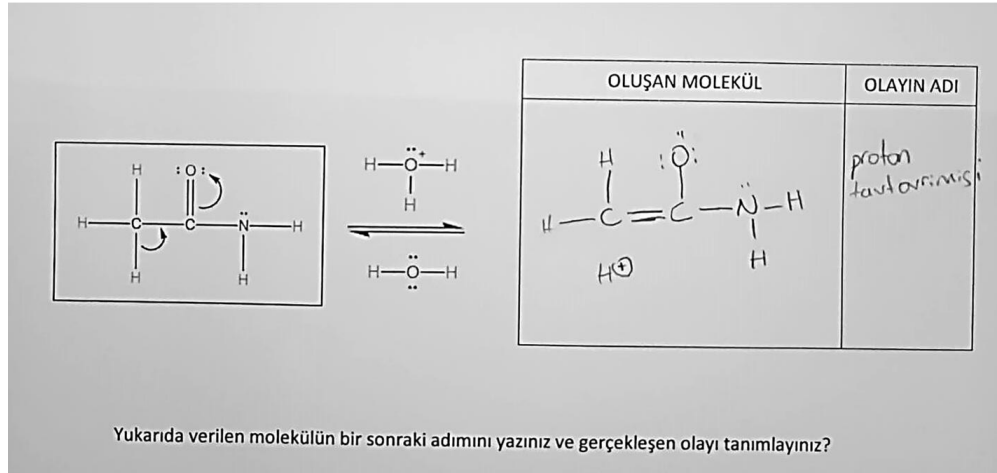
Öğretmen adayı fenol molekülün bir sonraki adımını oluştururken bir noktada eksik yapmıştır. ÖA-6'a ait molekül çiziminden π elektronların, halkadaki karbon atomu üzerinde belirtmesi gerekirken bunu yapamadığı anlaşılmaktadır.

Araştırmanın 5. alt problemi doğrultusunda öncelikle 1. soru tipindeki tautomeri ile ilgili soruların bir sonraki adımını oluştururken öğretmen adaylarının moleküllerin yapı formüllerini oluşturmadaki hataları analiz edilmiştir. Bu analiz doğrultusunda kimya öğretmen adaylarının tautomeri konularındaki moleküllerin yapı formüllerini oluştururken ne tür öğrenme zorluklarına sahip oldukları belirlenmiştir ve Tablo 57'te sunulmuştur.

Tablo 57: 1. Soru Tipindeki Tautomeri Molekülerini Oluşturmadaki Öğrenme Zorlukları

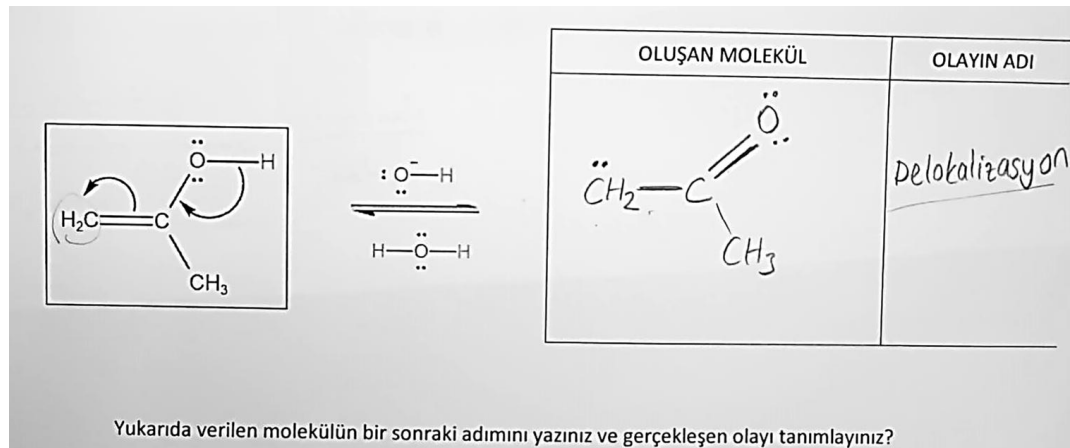
Öğretmen Adaylarının Öğrenme Zorluklarının Olduğu Noktalar		Ortaya Çıktığı Soru									
		1		2		3		4		5	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Kıvrık Oku Anlamlandırmama	Eksik Belirtme	11	21,15	10	19,23	8	15,38	12	23,08	11	21,15
	Atomların Formal Yükünü Belirtmeme										
	Yanlış Belirtme	4	33,33	3	25,00	2	16,67	1	8,33	2	16,67
	π Elektronların Hareket Yönünü Belirleyememe	-	-	3	50,00	1	16,67	-	-	2	33,33
Tepkime mekanizmasını dikkate almama	Ara Ürün Oluşturamama	18	21,43	17	20,24	15	17,86	17	20,24	17	20,24
	Hidrojen Atomunun Konumunu Belirleyememe	9	24,32	6	16,21	7	18,92	8	21,62	7	18,92

Tablo 57 incelendiğinde tautomeri sorularında öğretmen adaylarının en fazla ara ürün oluşturmada öğrenme zorluğuna sahip olduğu anlaşılmaktadır. Öğretmen adaylarının tautomeri molekülerinin bir sonraki adımı oluştururken bazı sorularda birden fazla öğrenme zorluğuna sahip oldukları da belirlenmiştir. Öğrenme zorluklarında olan ara ürün oluşturma ve atomların formal yüklerinde eksik belirtmeye sahip öğretmen adaylarından biri olan ÖA-1'in oluşturduğu molekül incelendiğinde;



Öğretmen adayının oluşturduğu molekül incelendiğinde tautomeri olayının olduğunu anlamış ancak Lewis asidiyle gerçekleşecek ara hali tam oluşturamadığı için hidrojen atomunun yerini belirleyememiş ve aynı zamanda oksijen atomunun formal yükünü de belirtebilmiştir.

Öğretmen adaylarının yaptığı yanlışlardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorlukları ise hidrojen atomunun konum belirleyememe ve atomların formal yükünü yanlış belirtme olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-12'nin yapmış olduğu molekül gösterimi şu şekildedir:



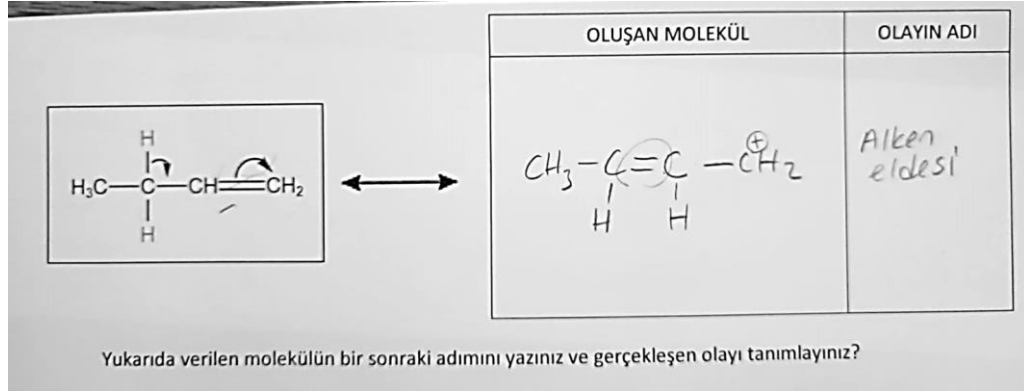
Öğretmen adayının tautomeri molekülünün bir sonraki adımını oluştururken hidroksil grubu hidrojenini uygun bir konuma bağlayamadığı gibi karbon atomunu üzerine gelen elektron çiftinin doğru formal yükünü de dikkate alamadığı öğretmen adayının yaptığı açıklamadan anlaşılmaktadır.

Araştırmanın 5. alt problemi doğrultusunda 1. soru tipindeki hiperkonjugasyon ile ilgili soruların bir sonraki adımını oluştururken öğretmen adaylarının moleküllerin yapı formüllerini oluşturmadaki hataları analiz edilmiştir. Bu analiz doğrultusunda kimya öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon konularındaki moleküllerin yapı formüllerini oluştururken ne tür öğrenme zorluklarına sahip oldukları belirlenmiştir ve Tablo 58’te sunulmuştur.

Tablo 58: 1. Soru Tipindeki Hiperkonjugasyon Moleküllerini Oluşturmadaki Öğrenme Zorlukları

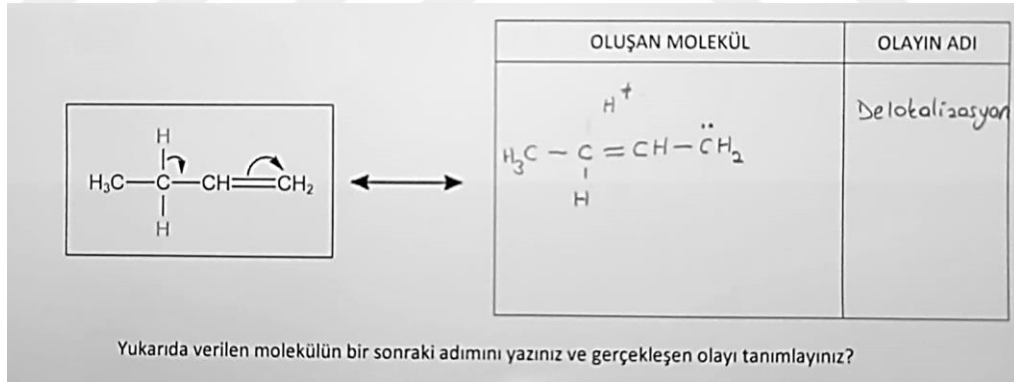
Öğretmen Adaylarının Öğrenme Zorluklarının Olduğu Noktalar		Ortaya Çıktığı Soru						
		1		2		3		
		f	%	f	%	f	%	
Kıvrık Oku Anlamlandırmama	Atomların Formal Yükünü Belirtmeme	Eksik Belirtme	7	87,5	-	-	1	12,5
		Yanlış Belirtme	6	27,27	10	45,45	6	27,27
	π Elektronların Hareket Konumunu Belirleyememe		2	40,0	-	-	3	60,0
Hidrojen Atomunun Yönünü Belirleyememe			5	23,81	8	38,10	8	38,10

Tablo 58 incelendiğinde; öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon sorularında sahip oldukları öğrenme zorluklarının özellikle atomların formal yüklerinde yanlış belirtme ile ilgili olduğu belirlenmiştir. Ortaya çıkan öğrenme zorlukları bazı öğretmen adaylarımızda birden fazla molekülde ortaya çıktığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının biri olan ÖA-16’nın atomların formal yükünü yanlış belirtmede yaşadığı öğrenme zorluğu şu şekildedir;



Öğretmen adayının hiperkonjugasyon ile ilgili molekülde bir sonraki adımı oluştururken karbon-hidrojen sigma bağı elektronlarının delokalizasyona katılması sırasında hidrojen atomunun kopmasını gösteremediği anlaşılmaktadır. Yapıya bakıldığında öğretmen adayının formal yüklerini yanlış bir şekilde oluşturduğu görülmektedir.

Öğretmen adaylarının yaptığı yanlışlardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluğu ise atomların formal yükünü eksik belirtme olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-7'nin oluşturduğu molekül şu şekildedir:



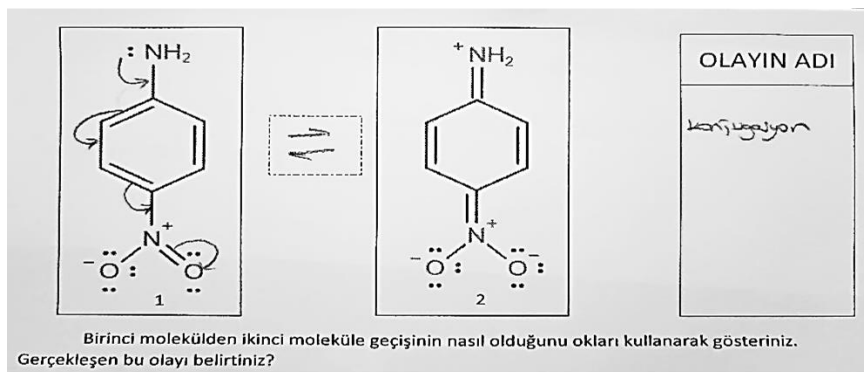
Öğretmen adayının hiperkonjugasyon ile ilgili molekülde bir sonraki adımı oluştururken yapıda karbon üzerindeki elektron çiftinin doğru bir şekilde göstermiş ancak karbon atomunun formal yükünü dikkate alamamıştır.

Araştırmanın 5. alt problemi doğrultusunda 2. soru tipinde yer alan rezonans moleküllerin arasında kullanılan ok gösteriminde yanlış cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplardan elde edilen analizler Tablo 59’de gösterilmiştir.

Tablo 59: Öğretmen Adaylarının 2. Soru Tipinde Rezonans Sınır Formüllerindeki Ok Kullanımındaki Hatalar

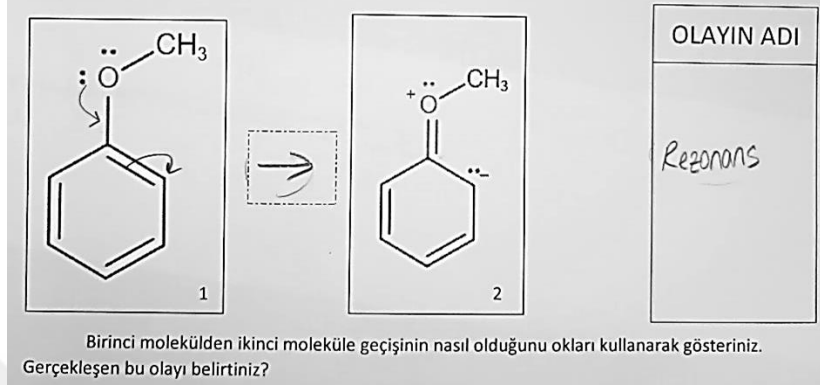
Öğretmen Adaylarının Rezonans Moleküllerinin Arasındaki Ok Gösteriminde Yaptıkları Hatalar	Ortaya Çıktığı Soru					
	1		2		3	
	f	%	f	%	f	%
Tepkimenin eski haline geri dönebileceği (denge oku kullanımı)	10	38,71	9	32,14	9	32,14
Bağları göstermek için sağa doğru okun kullanımı	1	50,0	1	50,0	-	-
İleri yöndeki tepkime gösterimi için sağa doğru okun kullanımı	2	25,0	2	25,0	4	50,0
Molekülleri takip etmek için sağa doğru okun kullanımı	1	50,0	1	50,0	-	-
Halkalı bir yapı olduğu için sağa doğru okun kullanımı	1	50,0	-	-	1	50,0

Tablo 59 incelendiğinde bütün sorularda rezonans moleküllerinin arasındaki ok gösterimini açıklarken öğretmen adaylarının özellikle tepkimenin eski haline geri dönebileceği için denge oku kullandıkları açıkça görülmektedir. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-1’in açıklaması şu şekildedir: “*bu yapıların iki tarafa da dönüşebileceği için böyle ok kullandım.*”



Şekil 2: ÖA-1 Örneği

Öğretmen adaylarının yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluğu ise ileri yöndeki tepkime gösterimi için sağa doğru okun kullanımı ifadesi olmuştur. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-4'ün açıklaması şu şekildedir: “tepkimenin ileriye doğru oluştuğunu göstermek için böyle ok olmalı.”



Şekil 3: ÖA-4 Örneği

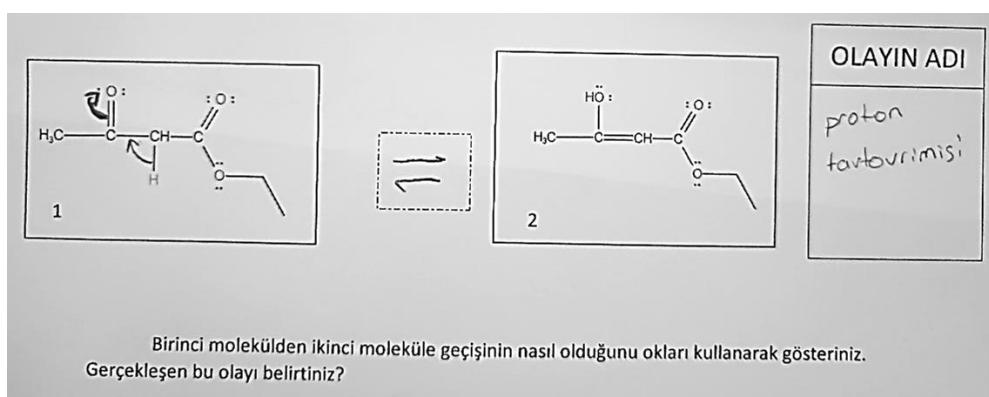
Öğretmen adayların yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan diğer öğrenme zorluğu ise “bağları göstermek için sağa doğru okun kullanımı”, “molekülleri takip etmek için sağa doğru okun kullanımı” ve “halkalı bir yapı olduğu için sağa doğru okun kullanımı” olduğu Tablo 59’dan anlaşılmaktadır.

Araştırmanın 5. alt problemi doğrultusunda, 2. soru tipinde yer alan tautomeri moleküllerin arasında kullanılan ok için yanlış cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplardan elde edilen analizler Tablo 60’ta gösterilmiştir.

Tablo 60: Öğretmen Adaylarının 2. Soru Tipinde Tautomeri Moleküllerindeki Ok Kullanımındaki Hataları

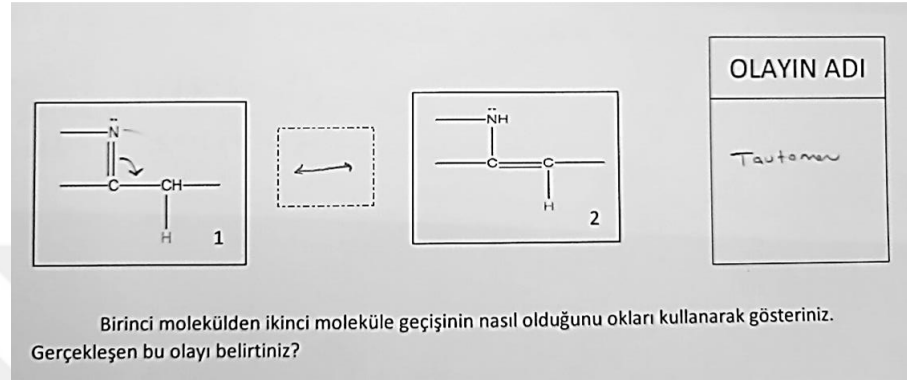
Öğretmen Adaylarının Tautomeri Moleküllerinin Arasındaki Ok Gösteriminde Yaptıkları Hatalar	Ortaya Çıktığı Soru					
	1		2		3	
	f	%	f	%	f	%
Tepkimeye girdiğini göstermek için sağa doğru okun kullanımı	3	42,86	4	57,14	-	-
Hidrojen atomunun çıktığını göstermek için sağa doğru okun kullanımı	1	20,0	1	20,0	3	60,0
Halkalı yapı olduğu için iki taraflı tek okun kullanımı	1	100,0	-	-	-	-
Tek taraflı olduğu için sağa doğru okun kullanımı	-	-	-	-	1	100,0
Bir sonraki adımı göstermek için iki taraflı tek okun kullanımı	3	50,0	1	16,67	2	33,3
Kırılan bağları göstermek için iki taraflı tek okun kullanımı	1	25,0	1	25,0	2	50,0

Tablo 60 incelendiğinde bütün tautomeri sorularındaki ok gösterimine ait açıklamalarda en fazla ortaya çıkan öğrenme zorluğunun; “tepkimeye girdiğini göstermek için sağa doğru okun kullanımı” olarak açıkça görülmektedir. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-12’nin açıklaması şu şekildedir: “tepkimede girenleri ve çıkanları göstermek için böyle ok kullandım.”



Şekil 3: ÖA-12 Örneği

Öğretmen adaylarının yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluğu bir sonraki adımı göstermek için iki taraflı tek okun kullanımı ifadesi olmuştur. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-11'in açıklaması şu şekildedir: *“yapının bir sonraki adımını gösterebileceğim için böyle ok tercih ettim.”*



Şekil 4: ÖA-11 Örneği

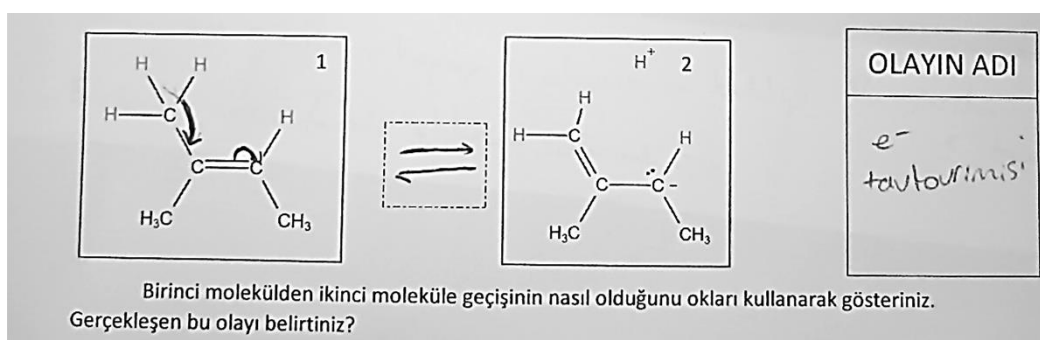
Öğretmen adayların yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan diğer öğrenme zorlukları ise *“hidrojen atomunun çıktığını göstermek için sağa doğru okun kullanımı”*, *“tek taraflı olduğu için sağa doğru okun kullanımı”*, *“kırılan bağları göstermek için iki taraflı tek okun kullanımı”* ve *“halkalı yapı olduğu için iki taraflı tek okun kullanımı”* olduğu Tablo 60'tan anlaşılmaktadır.

Araştırmanın 5. alt problemi doğrultusunda 2. soru tipinde yer alan hiperkonjugasyon ile ilgili moleküllerin arasında kullanılan okta yanlış cevap veren öğretmen adaylarının verdikleri cevaplardan elde edilen analizler Tablo 61'de gösterilmiştir.

Tablo 61: Öğretmen Adaylarının 2. Soru Tipinde Hiperkonjugasyon Moleküllerindeki Ok Kullanımındaki Hataları

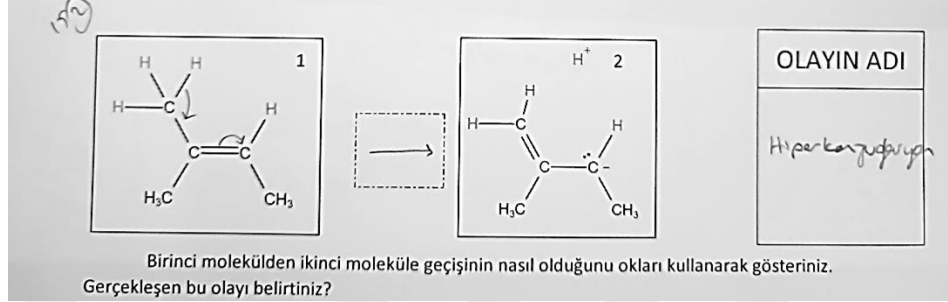
Öğretmen Adaylarının Hiperkonjugasyon Moleküllerinin Arasındaki Ok Gösteriminde Yaptıkları Hatalar	Ortaya Çıktığı Soru					
	1		2		3	
	f	%	f	%	f	%
Eski haline dönebileceği için denge oku kullanımı	2	33,3	2	33,3	2	33,3
Bağları göstermek için sağa doğru tek okun kullanımı	-	-	1	50,0	1	50,0
Karbon hidrojen sigma bağının kopması nedeniyle sağa doğru okun kullanımı	3	60,0	1	20,0	1	20,0
Reaksiyonu göstermek için sağa doğru okun kullanımı	1	25,0	2	50,0	1	25,0
Birbirine dönüştüğü için denge oku kullanımı	7	41,17	6	35,29	4	23,53

Tablo 61 incelendiğinde bütün hiperkonjugasyon sorularında en çok yapılan yanlışın moleküllerinin arasındaki ok gösterimini açıklamada öğretmen adaylarının özellikle yapıların birbirine dönüştüğü için denge oku kullanımını ifade etikleri açıkça görülmektedir. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-5'in açıklaması şu şekildedir: “molekülün eski haline yani tekrar geriye dönebileceği için”



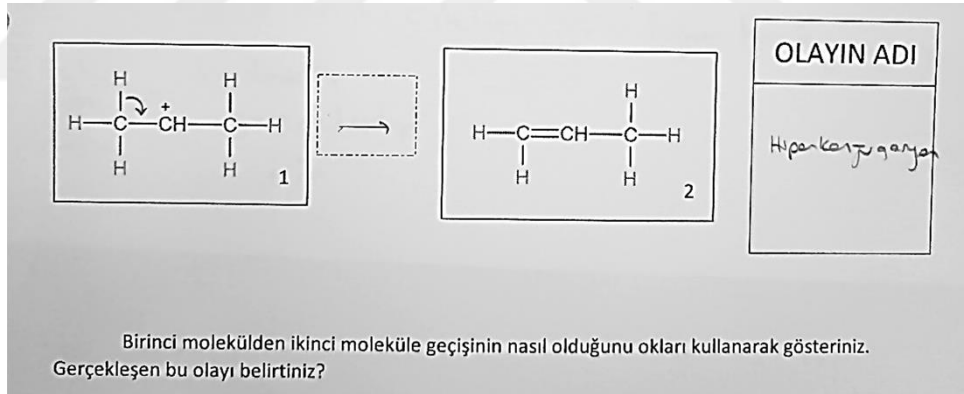
Şekil 5:ÖA-5 Örneği

Öğretmen adaylarının yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluğu reaksiyonu göstermek için sağa doğru okun kullanımı ifadesi olmuştur. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-18'in açıklaması şu şekildedir: “tepkimede girenleri ve çıkanları göstermek için böyle ok kullandım.”



Şekil 6: ÖA-18 Örneği

Öğretmen adaylarının yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan bir diğer öğrenme zorluğu karbon hidrojen sigma bağının kopması nedeniyle sağa doğru okun kullanımı ifadesi olmuştur. Bu öğrenme zorluğuna sahip olan öğretmen adaylarından biri olan ÖA-13'ün açıklaması şu şekildedir: “molekülden hidrojenin çıkışını belli etmek için bu oku kullandım.”



Şekil 7: ÖA-13 Örneği

Öğretmen adayların yaptığı açıklamalardan ortaya çıkan diğer öğrenme zorlukları ise “bağları göstermek için sağa doğru tek okun kullanımı” ve “eski haline dönebileceği için denge oku kullanımı” olduğu Tablo 61'den anlaşılmaktadır.

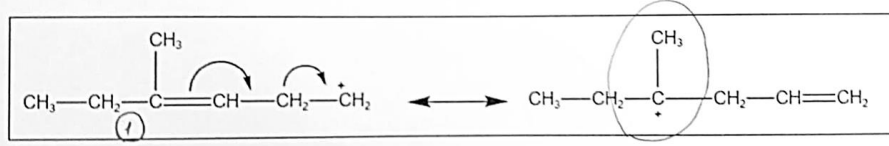
Tablo 62’te 3. soru tipinde yer alan rezonans yapıya katkısı en büyük olan molekülün belirlenmesine yönelik soruların betimsel analiz sonuçları sunulmuştur.

Tablo 62: 3.Kategorideki Rezonans Yapıya Katkısı Büyük Olan Molekülün Belirlenmesine Ait Betimsel Analiz

	1 Kategori D-D		2 Kategori D-Y		3 Kategori Y-Y		4 Kategori B-B	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. SORU	-	-	2	10,0	13	65,0	5	25,0
2. SORU	-	-	7	35,0	8	40,0	5	25,0
3. SORU	15	75,0	3	15,0	2	10,0	-	-
4. SORU	10	50,0	2	10,0	8	40,0	-	-
5. SORU	9	45,0	2	10,0	9	45,0	-	-
6. SORU	9	45,0	3	15,0	6	30,0	2	10,0
7. SORU	9	45,0	2	10,0	9	45,0	-	-
8. SORU	9	45,0	3	15,0	8	40,0	-	-
9. SORU	11	55,0	1	5,0	8	40,0	-	-
10. SORU	17	85,0	1	5,0	2	10,0	-	-
11. SORU	15	75,0	-	-	5	25,0	-	-
12. SORU	13	65,0	1	5,0	6	30,0	-	-
13. SORU	12	60,0	1	5,0	7	35,0	-	-
14. SORU	11	55,0	2	10,0	7	35,0	-	-

Tablo 62 incelendiğinde öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı en büyük olanı belirlemeyle ilgili verdikleri cevaplardan toplamda 4 ayrı kategori ortaya çıkmıştır. Bu kategoriler içerisinde öğretmen adaylarının en yüksek cevap yüzdesinin 1. Kategoride (D-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olan molekülün belirlenmesinde ve bunun nedeni ortaya koymada doğru açıklama yaptıkları görülmektedir.

3.soru tipinde yer alan rezonans yapıya katkısı en büyük olanı belirlemeye yönelik 1. soruda öğretmen adaylarının en yüksek oranlı cevabının %65 ile 3. kategori (Y-Y) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olan molekülü belirleme ve açıklamada yanlış yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-8’in cevabı şu şekildedir;

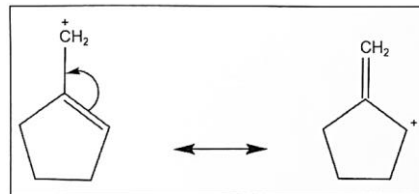


Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

Okledi; tamamlamış olan C'nun rezonansa katkısı fazladır.
1. yapısı.

ÖA-8, verilen bu moleküller arasındaki rezonans yapıya katkısı büyük olan molekülün 1. molekül olarak belirlemiş ve nedeni olarak da oktetini tamamlamış olan karbon atomunun rezonans katkısı fazladır diyerek (Y-Y) kategorisinde yer almıştır.

3. soru tipindeki 2. soruda yer alan molekül incelendiğinde; öğretmen adaylarının en yoğun olarak %40 ile 3. kategoride (Y-Y) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olanın belirleme ve bunun nedenini açıklamada yanlış yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-20'nin cevabı şu şekildedir;

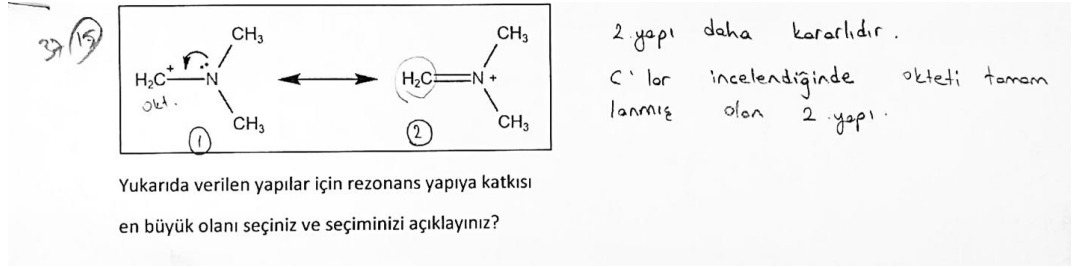


Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

1.'nin katkısı daha fazla
çünkü halkalı yapıdan bağ koparmak daha zor

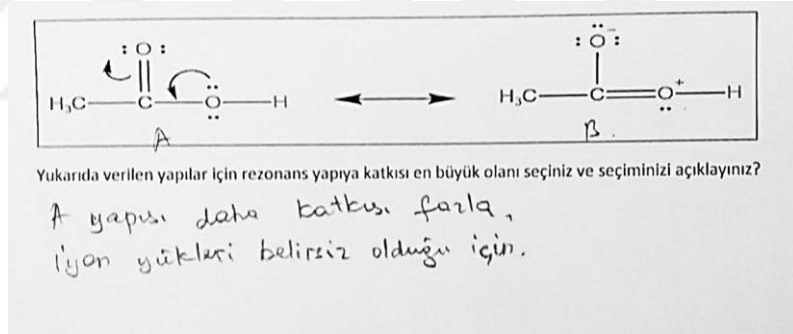
ÖA-20 verilen bu moleküldeki rezonans yapıya katkısı büyük olanın molekülü 1. molekül olarak belirtmesi ve bunun nedeni olarak da halkalı yapıdan bağ koparmayı ifade etmesi nedeniyle (Y-Y) kategorisinde yer almıştır.

3. tip sorulardaki bir diğer soru olan 3. sorudaki moleküller incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek cevap yüzdesinin %75 ile 1. kategori (D-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olanın belirlemede ve açıklamada doğru yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-1'in cevabı şu şekildedir;



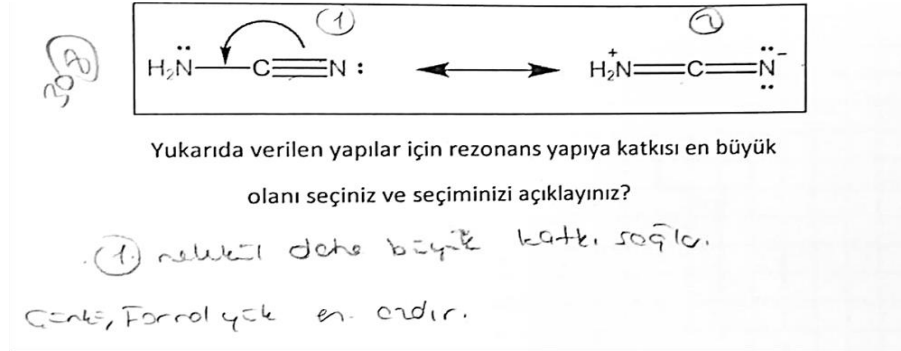
ÖA-1 verilen bu moleküldeki rezonans yapıya katkısı büyük olanın molekülü 2. molekül olarak belirlemesi ve bunun nedeni olarak da karbon atomlarının oktetini tamamlamasını göstermesi nedeniyle (D-D) kategorisinde yer almıştır.

Bir diğer soru olan 4. sorudaki molekül incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek cevap yüzdesinin %50 ile 1. kategori (D-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olanın belirlemede ve açıklamada doğru yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-6'nın cevabı şu şekildedir;

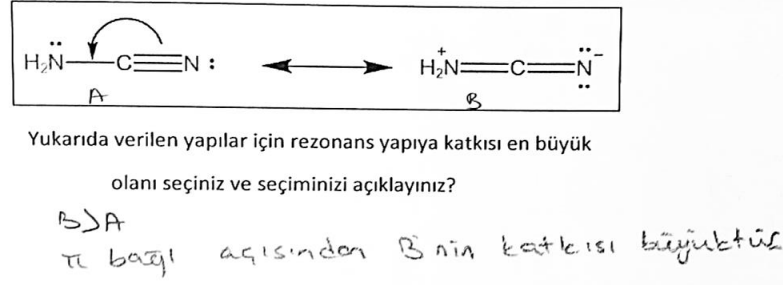


ÖA-6 verilen bu moleküldeki rezonans yapıya katkısı büyük olanın molekülün 2. molekül olarak belirlemesi ve bunun nedeni olarak da “iyon yükleri belirsiz olduğu için” diyerek yani yük denkliliği sağlanmasını belirttiği için doğru (D-D) kategorisinde yer almıştır.

Rezonans yapıya katkısı ile ilgili 5. sorudaki molekül incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek oranın %45 ile 1. kategori (D-D) ve %45 3. kategori (Y-Y) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olanın belirlemede ve açıklamada yarı yarıya doğru ve yanlış yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-8 ve ÖA-9'un cevabı şu şekildedir;

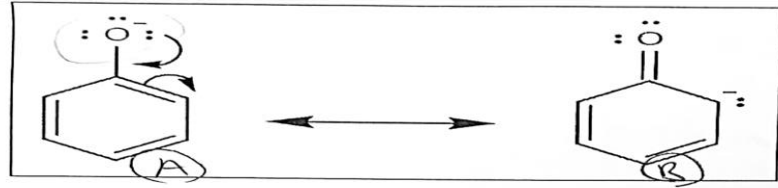


ÖA-8 verilen bu moleküldeki rezonans yapıya katkısı büyük olan molekülü 1. molekül olarak belirlemesi ve bu durumun nedeni olarak da “*formol yükün az olması*” olarak ifade etmesi nedeniyle (D-D) kategorisinde yer almıştır.



ÖA-9 ise verilen bu moleküldeki rezonans yapıya katkısı büyük olan molekül olarak 2. molekülü belirlemesi ve bu durumun nedeni olarak da “*pi bağı açısından dolayı B molekülünün katkısı daha büyüktür*” şeklinde yanlış bir açıklama yapması nedeniyle (Y-Y) kategorisinde yer almıştır.

Rezonans yapıya katkı sağlama ile ilgili 6. sorudaki molekül incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek oranın %45 ile 1. kategori (D-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olanın belirleme ve bunu açıklamada doğru yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-6'nın cevabı şu şekildedir;

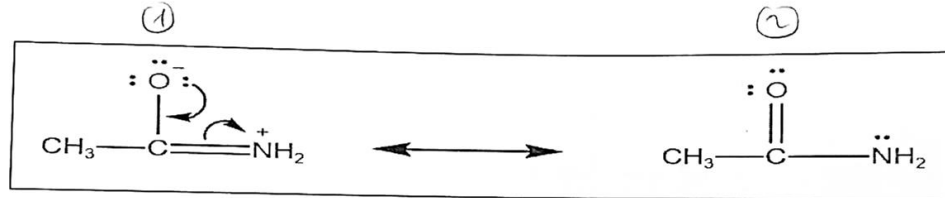


Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

A'nın katkısı ↑
elektronegatifliği ↑

ÖA-6 verilen bu moleküldeki rezonans yapıya katkısı büyük olanın molekülü 1. molekül olarak belirlemesi ve bunun nedeni olarak da “*elektronegatifliği büyük olması*” şeklinde açıklama yapması nedeniyle (D-D) kategorisinde yer almıştır.

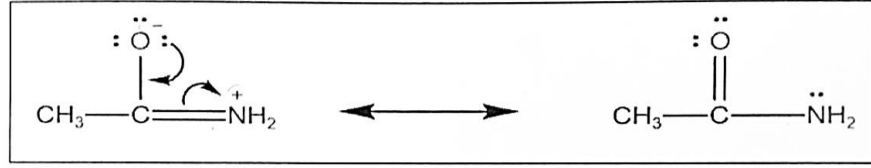
Rezonans yapıya katkısı en büyük olanı belirleme de 7. sorudaki molekül incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek cevabının yüzdesi %45 ile 1. kategori (D-D) ve %45 3 kategori (Y-Y) olduğu belirlenmiştir. Bu kategoriler incelendiğinde ise öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olanın belirleme ve bunu açıklamada yarı yarıya doğru ve yanlış yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-18 ve ÖA - 19'un cevabı şu şekildedir;



Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

2. yapı rezonans yapıya daha büyük katkı sağlar.
Çünkü, Formol yük en az olan yapı 2. moleküldür.

ÖA-18 verilen bu moleküldeki rezonans yapıya katkısı büyük olan molekülü 2. molekül olarak belirlemiş ve bunun nedeni olarak da “*formol yükün en az olması*” şeklinde doğru bir açıklama yapmış; (D-D) kategorisinde yer almıştır.

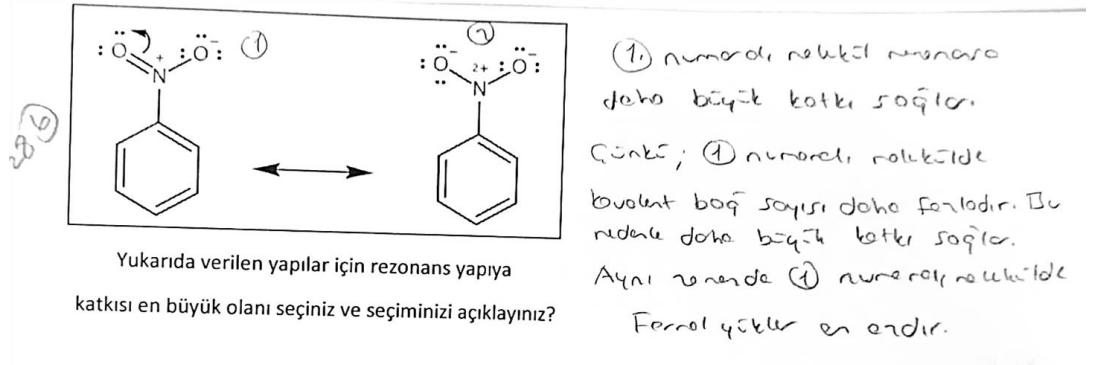


Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

1.'nin katkısı daha fazla çünkü iyon yükü fazla

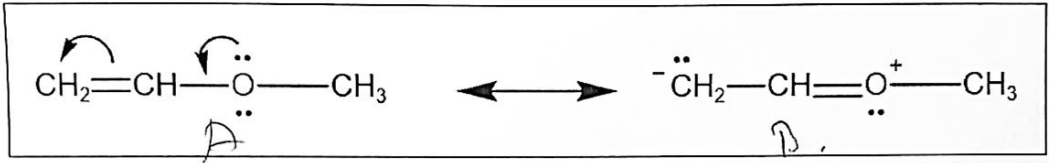
ÖA-19 verilen bu moleküldeki rezonans yapıya katkısı büyük olan molekülü 1. molekül olarak belirlemiş ve bu durumun nedeni olarak da “*iyon yükü fazla olması*” şeklinde yanlış bir açıklama yapması nedeniyle (Y-Y) kategorisinde yer almıştır.

Rezonans yapıya katkısı ile ilgili 8. sorudaki molekül incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek oranının %45 ile 1. kategori (D-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olanın belirlemede ve açıklamada doğru yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-16'nın cevabı şu şekildedir;



ÖA-16 verilen bu moleküldeki rezonans yapıya katkısı büyük olanın molekülü 1. molekül olarak belirlemiş ve bunun nedeni olarak da “*kovalent bağ sayısı fazla olması*” şeklinde doğru bir açıklama yapması nedeniyle (D-D) kategorisinde yer almıştır.

Rezonans yapıya katkısı ile ilgili 9. sorudaki molekül incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek cevabının %55 ile 1. kategori (D-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olanın belirlemede ve açıklamada doğru yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-2'nin cevabı şu şekildedir;

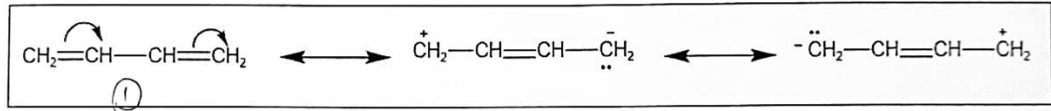


Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

A yapısının katkısı daha fazla.
A>iyon yükleri belirsiz.

ÖA-2 verilen bu moleküldeki rezonans yapıya katkısı büyük olan molekülü 1. molekül olarak belirlemiş ve bunun nedeni olarak da “*iyon yükleri belirsiz*” şeklinde bir açıklama yapması nedeniyle (D-D) kategorisinde yer almıştır.

Rezonans yapıya katkısı ile ilgili 10. sorudaki molekül incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek frekans sahip %85 ile 1. kategori (D-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olanın belirlemede ve açıklamada doğru yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-12’nin cevabı şu şekildedir;

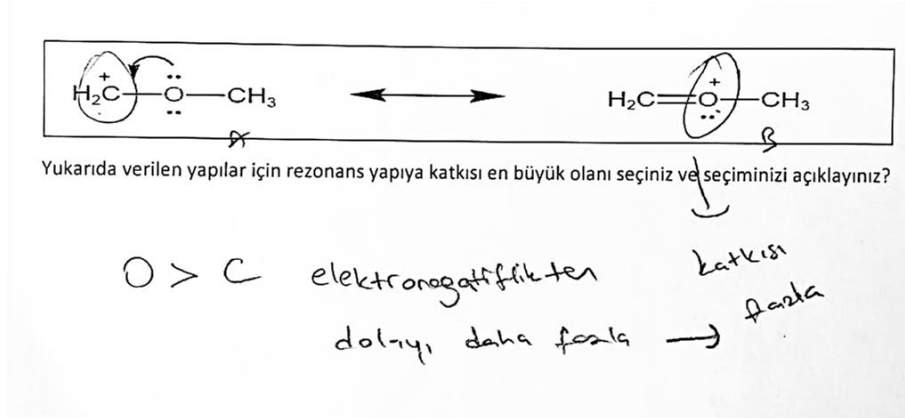


Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

izole yük ayrımı belirgin olmayan yapının katkısı daha fazladır. 1. yapı.

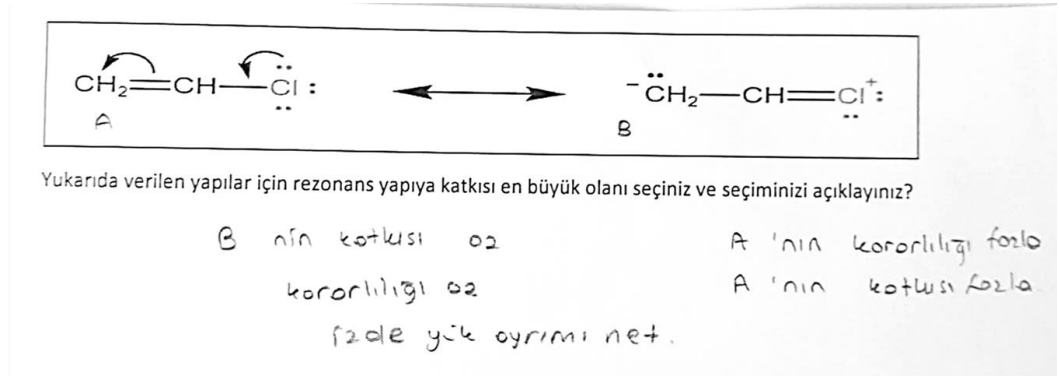
ÖA-12 verilen bu moleküldeki rezonans yapıya katkısı büyük olan molekülü 1. molekül olarak belirlemiş ve bu durumun nedeni olarak da “*izole yük ayrımı belirgin olmayan yapının katkısı daha fazladır.*” şekilde açıklama yapma nedeniyle (D-D) kategorisinde yer almıştır.

Rezonans yapıya katkısı ile ilgili 11. sorudaki molekül incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek oranın %75 ile 1. kategori (D-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olanın belirleme ve bunu açıklamada doğru yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-12’un cevabı şu şekildedir;



ÖA-12 verilen bu moleküldeki rezonans yapıya katkısı büyük olan molekülün 2. molekül olarak belirlemiş ve bu durumun nedeni olarak da “oksijenin karbondan elektronegatifliği daha fazla olduğu” şeklinde ifade bulunması nedeniyle (D-D) kategorisinde yer almıştır.

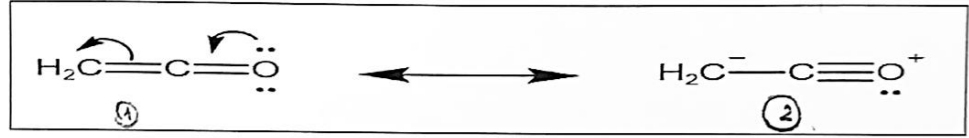
Rezonans yapıya katkısı ile ilgili 12. sorudaki molekül incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek frekans sahip %65 ile 1 kategori (D-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olanın belirlemede ve açıklamada doğru yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-10’nun cevabı şu şekildedir;



ÖA-10 verilen bu moleküldeki rezonans yapıya katkısı büyük olan molekülü 1. molekül olarak belirlemiş ve bu durumun nedeni olarak da “izole yük ayrımı net” şeklinde açıklama yapması nedeniyle (D-D) kategorisinde yer almıştır.

Rezonans yapıya katkısı ile ilgili 13. sorudaki molekül incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek cevabı %60 ile 1. kategori (D-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olanın belirlemede ve

açıklamada doğru yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-13'ün cevabı şu şekildedir;

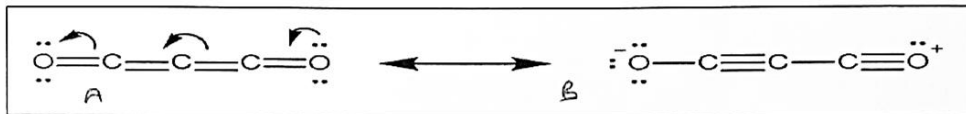


Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

molekölde yük ayrımı arttıkça
kararlılık azalır.
1. nin katkısı
fazla

ÖA-13 verilen bu moleküldeki rezonans yapıya katkısı büyük olan molekülü 1. molekül olarak belirlemiş ve bunun nedeni olarak da “molekülde yük ayrımı arttıkça kararlılık azalır” şeklinde doğru bir açıklama yapması nedeniyle (D-D) kategorisinde yer almıştır.

Rezonans yapıya katkısı ile ilgili 14. sorudaki molekül incelendiğinde öğretmen adaylarının en yüksek cevabının %55 ile 1. kategori (D-D) olduğu belirlenmiştir. Bu kategori incelendiğinde ise öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olanın belirlemede ve açıklamada doğru yaptıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından biri olan ÖA-5'in cevabı şu şekildedir;



Yukarıda verilen yapılar için rezonans yapıya katkısı en büyük olanı seçiniz ve seçiminizi açıklayınız?

A'nın katkısı fazla
kararlılığı fazla
izole yük ayrımı yok

ÖA-5 verilen bu moleküldeki rezonans yapıya katkısı büyük olan molekülü 1. molekül olarak belirlemesi ve bu durumun nedeni olarak da “izole yük ayrımı yok kararlılığı fazla” şeklinde bir açıklama yapması nedeniyle (D-D) kategorisinde yer almıştır.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma ve Sonuç

Kimya öğretmen adaylarının rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon kavramlarını nasıl sınıflandırdığının incelendiği bu araştırmada hem açık uçlu sorular hem de sesli düşünme tekniği ile yapılan görüşme ile bu durumun ortaya çıkartılması hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda hazırlanan üç açık uçlu sorunun ilk iki soru tipi öğretmen adaylarının bu kavramları sınıflandırmalarına yönelik iken; 3 soru tipinde aynı zamanda rezonans sınır formülüne katkı sağlayan türlerin karşılaştırılmasının yapılması amaçlanmıştır. Her bir soru tipi kendi içerisinde doğru-yanlış-kısmen doğru olma durumuna göre kategorize edilmiş ve betimsel olarak analiz edilmiştir.

Araştırmanın birinci alt problemi doğrultusunda hem birinci soru tipinin hem de ikinci soru tipinin betimsel analizleri ayrı ayrı yapılmış ve Tablo 18, 19, 22, 23, 26, 27, 30, 37 ve 44'te sunulmuştur. Birinci soru tipinin betimsel analiz sonuçlarının yer aldığı Tablo 18 ve 19 incelendiğinde, rezonans ile ilgili sorularda öğretmen adaylarından doğru sınıflandırma yapanların oranının %45 ile %75 arasında değiştiği ancak sınıflandırmanın nedenini açıklamada yani rezonans kavramını açıklamada aynı oranların yakalanmadığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının yaptıkları doğru açıklamaların yüzdelerinin %10 ile %20 arasında değişmesi bu durumu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde rezonansla ilgili 2. soru tipindeki cevaplar incelendiğinde; Tablo 30'da rezonansı doğru bir şekilde sınıflandıran öğretmen adayı oranı %65 ile %75 arasında değişirken, rezonansı doğru bir şekilde açıklayan öğretmen adayının yüzdesinin daha düşük olduğu ve %15 ile %20 arasında değiştiği görülmektedir. Her iki soru tipinden elde edilen bu sonuç öğretmen adaylarının rezonans kavramını kavramsal olarak açıklamada zorlandıklarını göstermektedir. Nitekim, Brandfonbrener vd. (2021), tarafından yürütülen araştırmada da öğrencilerin rezonansı daha prosedürel bir süreç olarak gördükleri, buna karşın kavramsal olarak açıklamakta zorlandıklarını ortaya konulmuştur.

Rezonans kavramından sonra araştırmanın ikinci kavramı olan tautomeri ile ilgili soruların analizine geçilmiş, birinci ve ikinci soru tipine ait cevapların betimsel analizleri de Tablo 22, 23 ve 37'de sunulmuştur. Öğretmen adaylarının birinci soru tipindeki tautomeri kavramının sınıflandırmasını doğru yapanların oranının %60 ile %85 arasında değiştiği, ancak sınıflandırmanın nedenini doğru şekilde açıklayanların daha düşük yüzdelerde (%10 ile %15)

olduğu görülmektedir. Tautomeri ile ilgili ikinci soru tipindeki cevaplar incelendiğinde; Tablo 37’de doğru bir şekilde sınıflandırma yapan öğretmen adaylarının birinci soru tipine göre daha düşük olduğu ve %50 ile %70 arasında değiştiği saptanmıştır. Öğretmen adaylarının bu kavramına ilişkin açıklamaları da ilk soru tipine göre daha düşük olmuş %5 ile %15 arasında değişmiştir. Bu sonuçlar rezonans kavramında olduğu gibi öğretmen adaylarının tautomeri kavramını açıklamakta zorlandıklarını net bir şekilde ortaya koymaktadır. Özellikle birinci ve ikinci soru tipleri arasında hem doğru bir şekilde sınıflandırma yapan hem de bu sınıflandırmayı doğru bir şekilde açıklayan öğretmen adayı oranının belirgin bir şekilde farklılık göstermesinin başlıca nedeni; birinci soru tipinde Lewis asidi veya bazının ortama eklenmiş olması olarak gösterilebilir. Birinci soru tipinde ortamda bu asit ve bazların olması öğretmen adaylarının tautomeri olayını daha kolay bir şekilde ilişkilendirmesine neden olmuş olabilir, nitekim tautomeri ile ilgili öğretmen adaylarının dikkate aldıkları özelliklerin ortaya konulduğu Tablo 24 ve 25’te Lewis asit ve bazının ortamda olması belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır.

Araştırma kapsamında son kavram olarak yer alan hiperkonjugasyon kavramıyla ilgili soruların betimsel analizlerinin yer aldığı Tablo 26, 27 ve 44 incelendiğinde; öğretmen adaylarının birinci soru tipindeki doğru sınıflandırma oranlarının %45 ile %75 arasında değiştiği görülmektedir. Öğretmen adaylarından bu kavrama ilişkin doğru açıklama yapanlarının oranlarının %15 ile %20 arasında değiştiği belirlenmiştir. 2. soru tipine geçildiğinde ise (Tablo 44) bu kavramı doğru bir şekilde sınıflandıran öğretmen adayı oranı düşmüş ve %30 ile %40 arasında kalmıştır. Aynı şekilde bu soru tipinde doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı da birinci soru tipine göre belirgin şekilde azalmış, %5 ile %10 arasında sınırlı kalmıştır. Bu durumun temel nedeni özellikle ikinci soru tipinde yer alan moleküllerde, molekül içi kıvrık ok gösterimine yer verilmeden öğretmen adaylarından bu olayı tanımlanmalarının istenmiş olması olabilir. Yani ikinci soru tipinde daha az sembolik gösterim yer alarak olayların tanımlanmasının istenmiş olması, öğretmen adaylarının sınıflandırma yapmasının ve açıklık getirmesinin önünde bir engel olmuş olabilir.

Araştırmanın ikinci alt problemin doğrultusundaki hem birinci hem de ikinci soru tipinde öğretmen adaylarının verilen moleküllerin hangi özelliklerini dikkate alarak inceledikleri ve rezonansın tanımlanmasında dikkate alınan özellikler Tablo 20, 21, 31 ve 32’de sunulmuştur. Birinci ve ikinci soru tipine ait dikkate alınan özelliklerin yer aldığı Tablo 20 ve 31 incelendiğinde, öğretmen adaylarının rezonans kavramını sınıflandırırken ağırlıklı

olarak “*pi bağlarının ve bağ yapımına katılmayan elektron çiftlerinin konumunun değişmesi*”, “*konjuge sistemin olması*” ve “*bağ yapımına katılmayan elektron çiftlerinin delokalizasyona katılması*” ve “*bağların kırılıp yeni bağların olması*” özelliklerini dikkate aldıkları görülmektedir. Nitekim Brandfonbrener vd. (2021), tarafından yürütülen araştırma bulgularında da öğrencilerin rezonans kavramını tanımlarken elektronların ve bağların hareketi yoluyla rezonans yapılarının çizilmesine odaklanma eğilimde olduğunu ortaya koymuştur.

Tautomeri kavramıyla ilgili öğretmen adaylarının dikkate aldıkları özellikler ise Tablo 24, 25, 38 ve 39’da sunulmuştur. Bu analizler incelendiğinde birinci soru tipinde öğretmen adaylarının tautomeri kavramını tanımlarken; “*reaksiyon okunun üzerindeki Lewis asidinin veya bazının olması*” ve “*hidrojen atomunun kopup bağ yapımına katılması*” özelliklerine ağırlık verildiği, aynı şekilde öğretmen adaylarının kısmen doğru kategorisinde yer alan tautomeri kavramının sınıflandırmadaki özellikleri incelendiğinde, doğru yapan adaylarla aynı özelliklerde buluştukları anlaşılmaktadır. İkinci soru tipinde ise “*elektron delokalizasyonu*” özelliğinin ön plana çıktığı görülmektedir. Birinci soru tipinde özellikle ortama Lewis asit ve bazının eklenmiş olması öğretmen adaylarının olayı tautomeri olarak sınıflandırmasında temel bir özellik olarak ele aldığı anlaşılmaktadır.

Araştırmanın ikinci alt problemi bağlamında öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon kavramını sınıflandırmada dikkate aldığı özellikler Tablo 28, 29, 45 ve 46’da sunulmuştur. Bu özellikler incelendiğinde birinci soru tipinde yer alan hiperkonjugasyon kavramını tanımlamada doğru ifadelerde dikkate alınan özellikler incelendiğinde (Tablo 28), “*bağların konumunun değişmesi*”, “*C-H sigma bağının kopması*”, “*hidrojen atomunun kopması*” ve “*hidrojen atomunun boşlukta kalması*” özelliklerine, ikinci soru tipinde ise “*elektron delokalizasyonu*” özelliklerine vurgu yaptığı anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon kavramı ile rezonans kavramını pek çok açıdan eşdeğer olarak gördüklerini, ancak rezonanstan farklı olarak sigma bağı elektronlarının delokalizasyona katılması olayını da dikkate alabildiklerini göstermektedir.

Araştırmanın üçüncü alt problemi doğrultusunda öğretmen adaylarının rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon moleküllerindeki yapı formüllerini nasıl oluşturdukları incelenmiştir. Bu amaçla birinci soru tipinde öğretmen adaylarına moleküllerin ilk hali verilmiş ve oklarla gösterim sonucunda moleküllerin sonraki adımı yazmaları istenmiştir. Bu

bağlamda hem rezonans hem de tautomeri ve hiperkonjugasyon moleküllerine ilişkin gösterimlerin betimsel analizleri Tablo 18, 19, 22, 23, 26 ve 27’de yer almıştır. Rezonansa ait molekül gösterimlerinin betimsel analizinin yer aldığı Tablo 18 ve 19 incelendiğinde, molekül gösterimlerini doğru yapan öğretmen adaylarının oranının %10 ile %75 aralığında olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının cevapları incelendiğinde kısmen doğru cevap verenlerin oranının %50 ile %70 arasında olduğu, yanlış cevap verenlerin oranlarının ise %10 ile %35 arasında olduğu anlaşılmaktadır. Bu sorularda özellikle öğretmen adaylarının cevaplarında dikkat çekici bir nokta, herhangi bir formal yük değişiminin olmadığı 3. soruda öğretmen adaylarının doğru cevap verme yüzdesinin diğer sorulara göre çok daha yüksek olmasıdır. Bu durum öğretmen adaylarının rezonans sınır formüllerini yazarken özellikle formal yükleri dikkate almada zorlandıklarını göstermektedir. Genel anlamdaysa rezonans sınır formüllerinde kısmen doğru cevap yüzdesinin daha ağırlıklı olarak çıkması, öğretmen adaylarının rezonans ile ilgili moleküllerin sonraki adımını yazmada eksik noktalarının olduğunu göstermektedir.

Üçüncü alt problem doğrultusunda öğretmen adaylarının tautomeri ile ilgili sorularda Tablo 22 ve 23’te doğru cevap oranının %10 ile %15 aralığında olurken, kısmen doğru cevap verenlerin oranının ise %55 ile %80 seviyesinde değiştiği belirlenmiştir. Rezonansda olduğu gibi öğretmen adaylarının en düşük yüzde cevapları %5 ile %15 arasında yanlış kategorisinde kalmıştır. Analiz sonuçlarından ortaya çıkan sonuçlar tautomeri ile ilgili moleküllerde yanlış cevap yüzdesinin düşük, kısmen doğru cevap yüzdesinin ise son derece yüksek olduğunu göstermiştir. Bu sonuca bakılarak öğretmen adaylarının rezonansda olduğu gibi tautomeri kavramında da sonraki adımı yazmada yapısal olarak zorlandıklarını ortaya koymaktadır.

Hiperkonjugasyona ait moleküllerin betimsel analizleri Tablo 26 ve 27 incelendiğinde, molekül gösterimlerini doğru yapan öğretmen adaylarının oranının %15 ile %45 aralığında olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarında kısmen doğru cevap verenlerinin oranının %45 ile %60 arasında olduğu, yanlış cevap verenlerin oranlarına bakıldığında ise %10 ile %15 arasında olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuç, öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon moleküllerinde ağırlıklı olarak kısmen doğru olacak şekilde bir sonraki adımı yazabildiklerini göstermektedir.

Öğretmen adaylarının her üç kavrama ait sonraki adımı yazmalarının istendiği birinci soru tipindeki analiz sonuçları incelendiğinde, her üç kavramda da ağırlıklı olarak doğru cevap

veren yüzdesinin kısmen doğru cevap yüzdesinden daha düşük düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum öğretmen adaylarının her üç kavrama ait molekül gösterimini yeterli düzeyde yapılandıramadığını göstermektedir.

Araştırmanın üçüncü alt problemi doğrultusunda aynı zamanda ikinci soru tipinde yer alan moleküllerde kullanılan okların doğru bir şekilde ele alınıp alınmadığı incelenmiştir. Bu bağlamda rezonans ile ilgili moleküllere ait ok gösterimlerinin analiz sonuçlarının yer aldığı Tablo 33 ve 34 incelendiğinde, ok gösterimlerin doğru bir şekilde yapan öğretmen adaylarının oranının %35 ile %50 arasında değiştiği, tautomeri ile ilgili sorularda bu oranın %30 ile %70 arasında değiştiği (Tablo 40 ve 41), hiperkonjugasyonda ise (Tablo 47) bu oranın tüm sorularda %15 olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar özellikle öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon ile ilgili moleküllerde ok gösterimi konusunda yetersiz kaldığını ortaya koymaktadır.

Araştırmanın dördüncü alt problemi doğrultusunda öğretmen adaylarının rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon kavramlarını sınıflandırırken ne tür öğrenme zorluklarının olduğu incelenmiş ve Tablo 50, 51, 52, 53, 54 ve 55'te sunulmuştur. Rezonans ile ilgili öğrenme zorluklarının yer aldığı Tablo 50 ve 53 incelendiğinde, özellikle rezonans kavramının izomeri olarak tanımlandığı görülmektedir. Benzer şekilde Şendur vd. (2020), tarafından yürütülen araştırmada da rezonans kavramının yapı izomerisi ile karıştırıldığını vurgulanmıştır.

Tautomeri ile ilgili olan öğrenme zorluklarının yer aldığı Tablo 51 ve 54 incelendiğinde; öğretmen adaylarının tautomeri kavramının birinci soru tipinde hiperkonjugasyon kavramı, ikinci soru tipinde ise rezonans kavramı olarak tanımladıkları görülmektedir.

Hiperkonjugasyon ile ilgili moleküllerdeki öğrenme zorluklarının verildiği Tablo 52 ve 55'e bakıldığında, öğretmen adaylarının hiperkonjugasyon kavramını birinci soru tipinde izobağ rezonans, ikinci soru tipinde ise sigma bağının etkisini dikkate almadan rezonans olarak tanımladıkları anlaşılmaktadır.

Araştırmanın beşinci alt problemi bağlamında rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon ile ilgili moleküllerdeki yapı formülünü oluşturmada öğretmen adaylarının

ne tür öğrenme zorluklarına sahip oldukları incelenmiştir. Tablo 56, 57 ve 58'deki analiz sonuçları öğretmen adaylarının rezonans ile ilgili sınır formüllerini oluşturmada temel olarak zorlandıkları noktanın kıvrık oku anlamlandırma olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının ortaklanmamış elektron çiftinin konumunu belirleyememe ve atomlarının formal yükünü belirtmede eksiklikleri olduğu ortaya çıkmaktadır. Benzer şekilde tautomeri ile ilgili moleküllerin gösterimindeki hatalara bakıldığında, kıvrık oku anlamlandıramamanın yanında tepkime mekanizmasını dikkate almama kategorisinin de ortaya çıktığı belirlenmiştir. Son gösterim olan hiperkonjugasyon ile ilgili ise öğretmen adaylarının tıpkı rezonans da olduğu gibi kıvrık oku anlamlandıramamanın dışında bir sonraki adımı yazmada da yapısal hatalar yaptıkları görülmüştür. Tüm bu bulgular öğretmen adaylarının özellikle tepkimelerde sembolik gösterimlerin önemli bir parçası olan kıvrık okları anlamlandıramadıklarını ortaya koymuştur. Nitekim Bhattacharyya ve Bodner (2005), lisans öğrencileri üzerinde yürüttükleri araştırma bulgularında öğrencilerin kavisli okları, elektron akışının bir temsili olarak görmek yerine molekülleri birbirine bağlama aracı olarak gördüklerini ortaya çıkarmıştır. Benzer şekilde, Ferguson ve Bodner (2008)'de birçok öğrenci için kavisli okların mekaniksel bir anlamı olduğunu, ancak pek çoğu için içeriksel anlamının çok az ya da hiç olmadığını belirtmiştir.

Beşinci alt problem doğrultusunda aynı zamanda rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon ile ilgili moleküllerde moleküller arasındaki ok gösteriminde öğretmen adaylarının ne tür öğrenme zorluklarına sahip oldukları da incelenmiş Tablo 59, 60 ve 61'de sunulmuştur. Tablo 59'daki rezonans ile ilgili moleküllerin birbiri arasındaki geçişte kullanılan okun tanımlanmasındaki öğrenme zorluğunun “denge oku kullanımı” olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının rezonans molekülleri arasındaki dönüşümleri tepkimenin bir denge tepkimesi olarak ele aldığı anlaşılmaktadır.

Tautomeri ile ilgili moleküllerin arasındaki geçişte kullanılan okun tanımlanmasındaki öğrenme zorluklarının yer aldığı Tablo 60 incelendiğinde, öğretmen adaylarının tautomeri molekülleri arasındaki geçişte kullanılan okun tanımlanmasında ortaya çıkan en fazla öğrenme zorluğu “tepkimeye girdiği için sağa doğru okun kullanımı” olduğu anlaşılmaktadır.

Hiperkonjugasyon molekülleri arasındaki geçişte kullanılan ok da ortaya çıkan öğrenme zorluklarının yer aldığı Tablo 61 incelendiğinde, öğretmen adaylarının en fazla sahip

oldukları öğrenme zorluğunun “birbirine dönüştüğü için denge oku kullanımı” olduğu anlaşılmaktadır.

Araştırmanın altıncı alt problemünde ise verilen moleküller arasında hangi molekülün rezonans yapıya katkısının en büyük olduğunun belirlenmesi ve bu katkının sebebinin açıklanması hedeflenmiştir. Tablo 62 incelendiğinde öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısı büyük olan molekülü belirlemede %55 ile %90 arasında doğru yaptığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının açıklamalarına bakıldığında ise %45 ile %85 arasında değişen oranda doğru olarak ifade ettikleri anlaşılmaktadır. Analiz sonuçlarına bakıldığında, 1. ve 2. sorudaki moleküllerde öğretmen adaylarının diğer sorulara göre doğru yapıyı seçmesi çok az iken, doğru bir açıklama yapmamaları da dikkat çekmektedir. Bu moleküllerde rezonans yapıya katkısı büyük olanın belirlenmesinde, öğretmen adaylarının karbon katyon kararlılığını bilememeleri nedeniyle doğru bir karar veremedikleri görülmektedir. Bir diğer analiz sonucuna bakıldığında ise, öğretmen adaylarının rezonans yapıya katkısında belirleyici olan formal yükün az olması, pi bağ sayısının fazla olması, yapıdaki iyon yükün fazla olması ve kovalent bağ sayısının fazla olması özelliklerini tam olarak kavramada eksikliklerinin olduğu görülmektedir.

5.2. Öneriler

Araştırmadan elde edilen bulgular ışığında özellikle organik kimya eğitimcileri ve bu alandaki araştırmacılar için şu önerilerde bulunmaktadır:

Araştırmadan elde edilen bulgular ışığında kimya alanı eğitimcilerine ve özellikle organik kimya eğitimi alanında çalışan araştırmacılara aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

1. Rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon kavramlarının anlamlı bir şekilde öğrenilmesi için, Lewis yapıları ve bunların çiziminin bu konular öncesinde tekrar ele alınması uygun olabilir.
2. Araştırmadan elde edilen öğrenme zorlukları bağlamında Rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon ile ilgili molekül çizimlerinde göz takip cihazı kullanılarak bu öğrenme zorluklarının daha detaylı şekilde incelenmesi sağlanabilir.
3. Öğretmen adaylarının molekül gösterimlerinde yetersiz kaldıkları sembolik gösterimlerden olan kıvrık oku anlamlandırma üzerine modelleme temelli bir öğretim planı tasarlanıp etkisi incelenebilir.
4. Araştırmada veri toplama aracı olarak kullanılacak sorularda özellikle tautomeri kavramında ortamdaki asit ve bazların yer aldığı soru tipi ile

bunların yer almadığı bir başka soru tipinin kıyaslaması yapılarak öğrencilerin tautomeri kavramını ilişkilendirmesi daha detaylı incelenebilir.

5. Rezonansa katkı sağlayan moleküllerle ilgili olarak özellikle karbon katyon kararlılığının öğrenciler tarafından tam olarak anlaşılamaması nedeniyle, karbon katyon kavramı rezonans kavramından önce daha detaylı bir şekilde ele alınabilir.



KAYNAKÇA

Açıkgöz, K. Ü. (2003). *Etkili öğrenme ve öğretme* (Dördüncü baskı). İzmir: Kanyılmaz Matbaası.

Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York, NY: Grune & Stratton.

Betancourt-Pérez, R., Olivera, L.J., & Rodríguez, J.E. (2010). Assessment of organic chemistry students' knowledge of resonance-related structures. *Journal of Chemical Education*, 87 (5), 547–551.

Bhattacharyya, G., & Bodner, G. M. (2005). " It gets me to the product": How students propose organic mechanisms. *Journal of Chemical Education*, 82(9), 1402.

Bodé, N. E., Deng, J. M., & Flynn, A. B. (2019). Getting past the rules and to the why: Causal mechanistic arguments when judging the plausibility of organic reaction mechanisms. *Journal of Chemical Education*, 96(6), 1068-1082.

Brandfonbrener, P. B., Watts, F. M., & Shultz, G. V. (2021). Organic chemistry students' written descriptions and explanations of resonance and its influence on reactivity. *Journal of Chemical Education*, 98(11), 3431-3441.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2017). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (23. Baskı) içinde (s. 268- 272). Ankara: Pegem Akademi.

Carle, M. S., & Flynn, A. B. (2020). Essential learning outcomes for delocalization (resonance) concepts: How are they taught, practiced, and assessed in organic chemistry? *Chemistry Education Research and Practice*, 21(2), 622-637.

Caspari, I., Kranz, D., & Graulich, N. (2018). Resolving the complexity of organic chemistry students' reasoning through the lens of a mechanistic framework. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1117-1141.

de Arellano, D. C. R., & Towns, M. H. (2014). Students' understanding of alkyl halide reactions in undergraduate organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 501-515.

Duis, J. M. (2011). Organic chemistry educators' perspectives on fundamental concepts and misconceptions: an exploratory study. *Journal of Chemical Education*, 88 (3), 346–350.

Ferguson, R., & Bodner, G. M. (2008). Making sense of the arrow-pushing formalism among chemistry majors enrolled in organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(2), 102-113.

Fessenden, J. S., & Logue, M. W. (2001). Organik kimya (6. baskı). (Çev. Edt. Tahsin Uyar). Ankara, Güneş Kitabevi.

Finkenstaedt-Quinn, S. A., Watts, F. M., Petterson, M. N., Archer, S. R., Snyder-White, E. P., & Shultz, G. V. (2020). Exploring student thinking about addition reactions. *Journal of Chemical Education*, 97(7), 1852-1862.

Galloway, K. R., Leung, M. W., & Flynn, A. B. (2019). Patterns of reactions: a card sort task to investigate students' organization of organic chemistry reactions. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 30-52.

Graulich, N. (2015). The tip of the iceberg in organic chemistry classes: how do students deal with the invisible?. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(1), 9-21.

Grove, N. P., Cooper, M. M., & Rush, K. M. (2012). Decorating with arrows: Toward the development of representational competence in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 89(7), 844-849.

Kim, T., Wright, L. K., & Miller, K. (2019). An examination of students' perceptions of the Kekulé resonance representation using a perceptual learning theory lens. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(4), 659-666.

McMurry, J. (1996). Organic chemistry (Fourth Edition). Brooks/Cole Publishing Company: Pacific Grove, CA.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. (2nd ed). Thousand Oaks, CA: Sage

Senemoğlu, N. (2003). *Gelişim Öğrenme ve Öğretim, Kuramdan Uygulamaya*, Gazi Kitabevi, 8. Baskı, Ankara.

Petterson, M. N., Watts, F. M., Snyder-White, E. P., Archer, S. R., Shultz, G. V., & Finkenstaedt-Quinn, S. A. (2020). Eliciting student thinking about acid–base reactions via app and paper–pencil based problem solving. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(3), 878-892.

Popova, M., & Bretz, S. L. (2018). “It’s Only the Major Product That We Care About in Organic Chemistry”: An Analysis of Students’ Annotations of Reaction Coordinate Diagrams. *Journal of Chemical Education*, 95(7), 1086-1093.

Schmid, S., Youl, D. J., George, A. V., & Read, J. R. (2012). Effectiveness of a short, intense bridging course for scaffolding students commencing university-level study of chemistry. *International Journal of Science Education*, 34(8), 1211-1234.

Solomons, G., & Fryhle, C. (2002). *Organik kimya (7. basım)*. (Çev. Edt. Gürol Okay, Yılmaz Yıldırım). İstanbul, Literatür Yayıncılık.

Şendur, G., Otman, T., Kafadar, F., Aktaş, E., & Merve, Kaya. (2020). Modelleme Destekli TaTGA Etkinliklerinin Organik Kimya Dersindeki Etkinliğinin İncelenmesi: Rezonans Konusu. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 3(3), 197-218.

Sendur, G. (2022). Systemic Assessment Questions as a Means of Assessment in Organic Chemistry in Student Reasoning in Organic Chemistry (ed. N. Graulich and G. Shultz), *The Royal Society of Chemistry*, (pp. 179-194), London: UK

Taber, K. S. (2002). Compounding quanta: probing the frontiers of student understanding of molecular orbitals. *Chemistry Education Research and Practice*, 3(2), 159–173.

Ulusoy, Y. Ö. (2012). Bilgiyi işleme kuramı ve eğitime yansımaları. B. Oral (Ed.), *Öğrenme öğretme kuram ve yaklaşımları* (2. Baskı) içinde (s.163-186), Ankara: Pegem Akademi.

Watts, F. M., Schmidt-McCormack, J. A., Wilhelm, C. A., Karlin, A., Sattar, A., Thompson, B. C., ... & Shultz, G. V. (2020). What students write about when students write about mechanisms: analysis of features present in students’ written descriptions of an organic reaction mechanism. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(4), 1148-1172.

Watts, F. M., Zaimi, I., Kranz, D., Graulich, N., & Shultz, G. V. (2021). Investigating students' reasoning over time for case comparisons of acyl transfer reaction mechanisms. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(2), 364-381.

Xue, D. (2020). *Characterizing Students' Understanding of Resonance and Exploring Its Relationship to Instruction* (Doctoral dissertation, The University of Nebraska-Lincoln).

Xue, D., & Stains, M. (2020). Exploring students' understanding of resonance and its relationship to instruction. *Journal of Chemical Education*, 97(4), 894-902.

Winter, A. (2016). *Organic Chemistry 1 for Dummies*. (2nd edition) Wiley & Sons Inc, New York, United States.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10.baskı) Ankara: Seçkin Yayınevi.

EKLER

EK 1A. Etik Kurul Onay Formu



DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Buca Eğitim Fakültesi
ÖĞRENCİ İŞLERİ BİRİMİ - BUCA EĞİTİM FAKÜLTESİ



Sayı : E-85316909-659-153153
Konu : Tarık OTMAN

ACELE
02.12.2021

HUKUK MÜŞAVİRLİĞİNE

İlgi : Hukuk Müşavirliği'nin 27.11.2021 tarihli ve E-87347630-659-148908 sayılı yazısı.

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Kimya Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı öğrencisi Tarık OTMAN "Kimya Öğretmen Adaylarının "Rezonans", "Tautomeri" ve "Hiperkonjugasyon" Konusundaki Sınıflandırmalarının Kart Sıralama Tekniği ile İncelenmesi" başlıklı çalışması kapsamında Fakültemiz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümünde uygulama yapma isteği dersleri aksatmamak ve çalışmayı kendisinin takip etmesi koşuluyla uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.

Prof.Dr. Esra BUKOVA GÜZEL
Dekan

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: BD9ASA6E-62F2-49FE-8DA3-6B61135124FE Doğrulama Adresi: <https://turkiye.gov.tr/dokuz-eyul-universitesi-ebys>
Adres: Uğur Mumcu Cad. 135. Sk. No:5 35150 Buca-İZMİR
Faks: 0 232 420 48 82

Bilgi için: Sevgi TİFTİK
Bilgisayar İşletmeni



EK 1B. Etik Kurulu Kararı

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
HUKUK MÜŞAVİRLİĞİ

Sayı : E-87347630-659-154956
Konu : Tarık OTMAN

ACELE
06.12.2021

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : a) 05.11.2021 tarih ve E-67493393-302.08.01-138146 sayılı yazımız.
b) Buca Eğitim Fakültesi Dekanlığının 02.12.2021 tarih ve E-85316909-659-153153 sayılı yazısı.

İlgi (a)'da kayıtlı yazımız ile bildirilen Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Kimya Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı öğrencisi Tarık OTMAN'ın, "Kimya Öğretmen Adaylarının "Rezonans", "Tautomeri" ve "Hiperkonjugasyon" Konusundaki Sınıflandırmalarının Kart Sıralama Tekniği ile İncelenmesi" konulu tez çalışması kapsamında uygulama yapma talebine ilişkin Buca Eğitim Fakültesi Dekanlığından alınan ilgi (b)'de kayıtlı yazı, işbu yazımız ekinde sunulmaktadır. Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Nükhet HOTAR
Rektör

Ek: İlgi (b)'de kayıtlı yazı ve ekleri. (2 Sayfa)

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: 40176FF0-A042-4172-8095-DAA77C577C6B Doğrulama Adresi: <https://turkiye.gov.tr/dokuz-eylul-universitesi-ebys>
Adres: Kültür Mahallesi, Cumhuriyet Blv No:144, 35220 Konak/İzmir Bilgi için: Pelin ALTIN Memur



HİZMETE ÖZEL

EK 2. Bilgilendirilmiş Onay Formu

GÖNÜLLÜ KATILIMCI ONAM FORMU

Tank OTMAN tarafından yürütülen “Kimya Öğretmen Adaylarının “Rezonans”, “Tautomeri” ve “Hiperkonjugasyon” Konusundaki Sınıflandırmalarının Kart Sıralama Tekniği ile İncelenmesi” başlıklı araştırmaya davet edilmiş bulunuyorsunuz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz sorabilirsiniz. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkında sahipsiz. Çalışmayı yanıtlamanız, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz biçiminde yorumlanacaktır. Size verilen formlardaki soruları yanıtlarken kimsenin baskısı veya telkini altında olmayın. Bu formlardan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacaktır.

Araştırmayla İlgili Bilgiler:

- Araştırmanın Amacı: Kimya öğretmen adaylarının rezonans, tautomeri ve hiperkonjugasyon konularını nasıl sınıflandırdıklarını ve bunları nasıl tamamladıklarını ortaya çıkartılması amaçlanmıştır.
- Araştırmanın Nedeni: ☐ Bilimsel araştırma ☒ Tez çalışması
- Araştırmanın Öngörülen Süresi: 2 Hafta
- Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı: 15-50 Kimya Öğretmen Adayı
- Araştırmanın Yapılacağı Yer(ler): Dokuz Eylül Buca Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Ana Bilim Dalı

Çalışmaya Katılım Onayı:

“Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce gönüllüye / katılımcıya verilmesi gereken bilgileri gösteren Aydınlatılmış Onam Formu adlı metni kendi anadilimde okudum ya da bana okunmasını sağladım. Bu bilgilerin içeriği ve anlamı, yazılı ve sözlü olarak açıklandı. Aklıma gelen bütün soruları sorma olanağı tanındı ve sorularıma doyurucu cevaplar aldım. Çalışmaya katılmadığım ya da katıldıktan sonra çektiğim durumda, hiçbir yasal hakkımdan vazgeçmiş olmayacağım. Bu koşullarla, söz konusu araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın gönüllü olarak katılmayı kabul ediyorum. Bu metnin imzalı bir kopyasını aldım.”

Katılımcının (Kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı:

İmzası:

(Varsa) Velayet veya Vesayet Altında Bulunanlar İçin:

Veli veya Vasisinin (kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı:

İmzası:

Not: Bu form, iki nüsha halinde düzenlenir. Bu nüshalardan biri imza karşılığında gönüllü kişiye verilir, diğeri araştırmacı tarafından saklanır.

EK 3. Sesli Görüşme Protokolü**Sesli Düşünme Tekniğine Göre Görüşme Protokolü**

Bu araştırma kapsamındaki amaç, sizlerin yapılan uygulama hakkındaki görüşlerinizi almak, konu ile ilgili daha iyi bilgi edinilmesini sağlamak, sıralama kartlarıyla nasıl bir sınıflandırma yaptığınızı ve sınıflandırma yaparken nelere dikkat ettiğinizi ortaya çıkarmaktır. Araştırma kapsamında yaptığımız görüşmeleri, sizin izniniz ile ses kaydı almaktayız. Bilgileriniz ve görüşmedeki veriler bilimsel veri olarak kullanılacak olup, bilimsel amaç dışında gizli tutulacaktır. Ayırdığınız zaman ve yapmış olduğunuz katkılardan dolayı teşekkür ediyorum.

- 1) Sıralama kartlarını sınıflandırırken nasıl yaptığınızı sesli olarak düşünün ve ifade ediniz.
- 2) Sınıflandırma yaparken hangi özelliğe göre yaptığınızı sesli olarak düşünün ve ifade ediniz.
- 3) Sınıflandırma yaparken nelere dikkat ettiğinizi sesli olarak düşünün ve ifade ediniz.
- 4) Gösterimde kullanılan oklar sizin için neyi ifade ettiğini sesli olarak düşünün ve ifade ediniz
- 5) Gösterimlerin oklu olup olmaması, sınıflandırma yaparken etkisini sesli olarak düşünün ve ifade ediniz.
- 6) Bu etkinliğin sizin için faydalarını ve sonuçlarını sesli olarak düşünün ve ifade ediniz.

Araştırmacının
Adı Soyadı: Tarık OTMAN
E-posta:

EK 4. Öğrencinin Akademik Özgeçmişi

ÖĞRENCİNİN AKADEMİK ÖZGEÇMİŞİ

Kişisel Bilgiler			
Adı ve Soyadı	Tarık Otman		
E-postası/Web Sayfası			
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce		
Uzmanlık Alanı	Kimya Eğitimi		
Öğrenim Bilgileri			
	Üniversite	Bölüm	Yıl
Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi	Kimya Öğretmenliği	2020
Tez Başlığı	Kimya Öğretmen Adaylarının “Rezonans”, “Tautomeri” Ve “Hiperkonjugasyon” Konusundaki Sınıflandırmalarının Kart Sıralama Tekniği ile İncelenmesi		
Tez Danışmanı	Prof. Dr. Gülten ŞENDUR		
Akademik Eserler			
(Makale, kitap, kitap bölümü, bildiri, poster, sergi, konser vb. eserlerden kaynakça yazım kurallarına göre en fazla 10 eser yazılmalıdır.) Tezden üretilen yayınlar * ile işaretlenmelidir.			
Şendur, G., Kaya, M., Otman, T., Aktaş, E. & Kılıç, M. (2020). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Organik Kimyada Modellemeye Destekli TGA Etkinliklerine Yönelik Görüşleri: Rezonans Konusu", 2. Uluslararası Eğitimde Yeni Arayışlar Kongresi, İstanbul, Ekim 2019, , 2. Uluslararası Eğitimde Yeni Arayışlar Kongresi Tam Metin Bildiri Kitabı, 240-247			
Karakuş, R., Beyazgül, B., Otman, T. & Şendur, G. (2021). Organik Kimya Öğretiminde Kahoot Uygulamasına Yönelik Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşleri, 2. Uluslararası Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Sempozyumu, İzmir, Mayıs 2021			
Şendur, G., Otman, T., Kafadar, F., Kaya, M. & Aktaş, E. (2020). Organik Kimyada Rezonans Konusunun Öğretiminde Modelleme Destekli Tga Etkinliklerinin Uygulanması, 2. Uluslararası Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi, Bursa, Kasım 2020,			
Şendur, G; Otman, T., Kafadar, F., Aktaş, E. & Kaya, M. (2020). Modelleme Destekli TaTGA Etkinliklerinin Organik Kimya Dersindeki Etkinliğinin İncelenmesi: Rezonans Konusu, Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi, 3(3), 197-218,			
Alanıyla İlgili Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler			
Alanıyla İlgili Aldığı Ödüller			

